

Klaus Schlenzig

Schaltkreis-Mosaik I

Bauplan 46

Preis 1,– M

Originalbauplan Nr. 46

1. Einleitung

In jüngster Zeit kamen die unterschiedlichsten Typen von Analog- und Digitalschaltkreisen in den Amateurbedarfshandel. Manche von ihnen gehören zum Standardangebot, andere haben eine nur begrenzte Laufzeit, wurden aber in teilweise erheblichen Stückzahlen ausgeliefert; u. U. gibt es für sie modernere Nachfolger. Sie befinden sich – auch bedingt durch relativ günstige Preise – oft in der »Restekiste« des Amateurs. Jeder für sich allein würde, schon wegen der nicht immer gesicherten weiteren Verfügbarkeit, einen Bauplan vielleicht zwar füllen, aber kaum rechtfertigen. Der Mosaikrahmen, bewährt bereits bei einigen Titeln, scheint daher die günstigsten Voraussetzungen zu bieten, diese Bauelemente einem nützlichen (oder auch spielerisch-erzieherischen) Zweck zuzuführen. Für Typen des Standardsortiments bedarf es dieser Begründung ohnehin nicht. Die »typofix«-Folie für die interessantesten Objekte wird wieder eine nützliche Realisierungshilfe sein.

2. Schwellwert-Schaltkreis A 902 D

2.1. Allgemeines

Der A 902 D hat die Größe z. B. eines MOS-Transistors vom Typ SMY 50 bzw. SMY 52, d. h., er ist in einem nur 4poligen DIL-Gehäuse untergebracht. Die Anschlußbelegung: 1 Betriebsspannung U_{SS} (Plus), 2 Eingang, 3 Masse (Minus), 4 Ausgang (Bild 1). Es handelt sich beim A 902 D um einen analog ansteuerbaren Schwellwertschalter, der ausgangsseitig TTL-Pegel abgibt. (Achtung – offener Kollektor: H erfordert einen Widerstand nach Plus!) Er kann also z. B. in der Peripherie von TTL-Digitalschaltungen eingesetzt werden, etwa als Zeitgeber, Dämmerungsschalter, zur Überwachung von Temperaturen usw. Seine relativ große Ausgangsbelastbarkeit gestattet jedoch auch Anwendungen, die neben dem A 902 D und der Spannungsquelle nur noch eine Eingangssignalquelle (Fotowiderstand, Heißleiter o. ä.) und den Ausgangssignalgeber (z. B. Leuchtdiode, Kleinsignallampe, Schallgeber) bzw. zur Umsetzung auf Kreise größerer Schaltleistung einen Thyristor oder ein Relais enthalten. Bild 2 zeigt seine Innenschaltung.

Die Schaltschwellen (zwischen denen eine meist gewünschte Hysterese besteht) sind temperatur- und spannungsabhängig. Die Spannungsabhängigkeit ist nur selten von Nachteil, da eingangsseitige Geber (etwa Spannungsteiler mit Heißleiterfühler) meist von der gleichen Spannungsquelle gespeist werden. In allen anderen Fällen hilft eine einfache Z-Dioden-Stabilisierung.

Der Hersteller nennt für den A 902 D folgende Daten:
Betriebsspannung U_{SS} = 2,5 bis 5,6 V (Grenzwert 6 V)
Arbeitswiderstand R_F zwischen Eingang und U_{SS} 100 Ω bis 20 MΩ
Kapazität C zwischen Eingang und Masse 1 nF bis 470 μF
Lastinduktivität L maximal 100 mH
Ausgangsstrom I_O maximal 40 mA (Grenzwert 80 mA bei P_{vmax})
Betriebs-Umgebungstemperaturbereich −10 bis +55 °C
obere Schwellspannung (von L nach H) U_{IO} = 1,77 bis 1,97 V
(typisch 1,85 V) bei U_{SS} = 4 V; 2,2 bis 3,1 V bei U_{SS} = 5,6 V
untere Schwellspannung (von H nach L) U_{IO} = 0,8 bis 1,55 V
(typisch 1,25 V) bei U_{SS} = 5,6 V
L-Ausgangsspannung U_{OL} = 0,15 bis 0,4 V
(U_{IL} = 0 V, I_{OL} = 40 mA, U_{SS} = 2,5 V)
Ausgangssperrstrom I_{OH} maximal 100 μA
Stromaufnahme I_{SS} = 10 mA (maximal 25 mA)
(U_{IL} = 0 V, U_{SS} = 5,6 V)
Ausgangssperrspannung (bei I_R = 100 μA) U_{BRmin} = 6 V
Anstiegszeit t_{rmax} = 5 μs
Abfallzeit t_{fmax} = 5 μs
(U_{SS} = 4 V, R_L = 120 Ω, C_L = 25 pF)
(alle Kennwerte bei 25 °C Umgebungstemperatur)
Lagerungstemperatur −40 bis +125 °C
Eingangsstrom I_{Imax} = 10 mA
Verlustleistung P_{Vmax} = 225 mW.

Die Einsatzmöglichkeiten dieses Schaltkreises werden durch die verbesserte Weiterentwicklung, dem A 302 D aus dem VEB Röhrenwerk Anna Seghers Neuhaus, noch vielseitiger. Er ist zum A 902 D pinkompatibel, so daß die im Bauplan enthaltenen Leiterbilder auch für ihn verwendet werden können.

In der »electronica«-Broschüre Nr. 172 (»Elektronikschaltungen mit A 902 D und A 301 D«) von H. Jakubaschk werden die Standardbeispiele und weitere interessante Einsatzbeispiele des A 902 D behandelt. Informationen findet man auch in »radio-fernsehen-elektronik«, H. 5/78 (C. Kuhnert: »Zeitschalter mit A 902 als universelles Verzögerungselement«), in H. 10/76 (Armgarth: »IS für Kameras«) sowie in H. 15/77 (»EE 2 – elektronisch gesteuerte Spiegelreflexkamera«).

2.2. Lichtmengen- und Zeitschalter LZS 1

Für Anwendungen, wie sie in der in Abschnitt 2.1. genannten Literatur beschrieben werden, entstand die Leiterplatte nach Bild 3b mit der Bestückung nach Bild 3c. Die möglichen Bestückungsvarianten verdeutlichen die in Bild 3a gezeigte Schaltung mit ihren verschiedenen Möglichkeiten (Fotowiderstand allein, Fotowiderstand mit einstellbarem Vorwiderstand sowie Vorwiderstand allein – dann also als reiner Zeitschalter). Da die Funktion dieser Schaltung – abgeleitet aus ihrem Ursprungszweck in der elektronischen Kamera – bereits oft genug in der Literatur erläutert wurde, hier nur kurz das Wichtigste:

Bei auch nur kurzzeitigem Schließen der Starttaste Ta (Auslöser bei Kamera) wird der Batteriekreis geschlossen. Da über $a_0 - a_1$ Anschluß 2 des Schaltkreises an Minus liegt (C ist entladen), führt der Ausgang (Anschluß 4) ebenfalls L. Dadurch zieht das Relais und sorgt dafür, daß der Batteriekreis auch nach Loslassen von Ta geschlossen bleibt. Gleichzeitig ist aber die Verbindung $a_0 - a_1$ geöffnet, so daß sich C über R_F oder R_V (oder $R_F + R_V$) aufladen kann. Sobald die Spannung an 2 den Umschaltpunkt des A 902 D erreicht hat, kippt 4 auf H und läßt das Relais abfallen. Dadurch wird wieder $a_0 - a_1$ geschlossen, was den Kondensator C sofort entlädt. Gleichzeitig unterbricht das Relais den Batteriekreis. Selbst-

verständlich muß das Relais noch über einen zweiten Kontaktsatz verfügen, sonst könnte man ja mit dieser Automatik keine Wirkungen schalten. Nach Jakubaschk empfiehlt sich bei Einsatz dieser Schaltung außerhalb von Kameras für sehr kurze Schaltzeiten ein Impulsstart des Relais im Sinne von Bild 4a, da in solchen Fällen sonst Ta länger geschlossen bleiben könnte, als der von R_F oder R_V und C gegebenen Verzögerungszeit entspricht. In dieser Variante wird die Taste also nicht zwischen 3 und Minus Batterie gelegt, sondern zwischen 4 und Minus Batterie, aber in Serie mit dem Impulsstartglied. Dessen Kapazität soll nur so groß sein, daß es gerade zum sicheren Anziehen des Relais reicht; andernfalls würde ja wiederum bei kurzen Zeiten eine Überlappung eintreten. Diese Startschaltung wird extern an der Taste angebracht.

Die Leiterplatte kann nun je nach Einsatzfall bestückt und zusammen mit Fotowiderstand und Batterie in einem isolierenden, feuchtesicheren Plastgehäuse mit Öffnung für den Fotowiderstand untergebracht werden. In diesem Fall kann der mit den Sicherheitsbestimmungen Vertraute einen Lichtmengenschalter für das Fotolabor realisieren, der bei geeignetem Relais die Belichtungslampe schaltet. Durch den Kurzzeitbetrieb wird die problemlose Batteriespeisung gerechtfertigt.

Der Hauptgruppe der Bauplanleser ist bei Einsatz der Schaltung in der Dunkelkammer jedoch dringend zu einer »halbautomatischen« Variante zu raten. Nach entsprechender Kalibrierung über Belichtungsversuche wird man am einfachsten (was im meist zutreffenden Belichtungszeitraum von mehreren Sekunden durchaus zu akzeptieren ist) so arbeiten: »Zweihändig« (oder auch mit Fußschalter und mit Handschalter) startet man gleichzeitig Lampe und Zeitschalter. Der Zeitschalter selbst löst nun nur noch eine Leuchtdiode aus, die allerdings nicht auf das Fotopapier gerichtet sein darf. Sie signalisiert durch Verlöschen, wann die Belichtungslampe wieder abzuschalten ist. Der Fotowiderstand kann bei diesem nicht mit dem Lampenkreis gekoppelten Gerät extern angeschlossen und somit an einer vorher bestimmten Stelle der Vergrößerungseinrichtung angebracht werden, z. B. im reflektierten Licht. Diese Einzelheiten optimal festzulegen, damit sich auch tatsächlich die erforderlichen Zeiten realisieren lassen (bauelementeabhängig), muß dem Fotoamateur selbst überlassen bleiben. In dieser Hinsicht ist es problemloser und daher auch dem Fotoanfänger mehr zu empfehlen, noch einen Schritt zurückzugehen und nur noch den Zeitschaltereffekt mit geeichten, über Schalter anwählbaren Widerständen auszunutzen. Je nach Kondensatorgröße erreicht man bis zu etwa 15 min Schaltzeit, so daß der Einsatz des LZS 1 durchaus nicht auf die Dunkelkammer beschränkt bleiben muß. Die rein optische Signalisierung läßt sich aber noch weit einfacher und dennoch (nach Kalibrieren der Einrichtung und möglichst Betrieb im Zimmertemperaturbereich) relativ genau im Sinne von Bild 4b erreichen. Die Betriebsspannung wurde im Muster zwischen 3 V und 4,5 V variiert. Dabei blieb die Abweichung der beiden Zeitwerte zueinander unter 2 %. Im Interesse einer genügend hellen Signalisierung durch die Leuchtdiode bleibe man aber möglichst im Bereich um 4 V. Eine Flachbatterie oder 2 RZP 2-Akkumulatoren sind damit für Bild 4b etwa beim Dunkelkammereinsatz durchaus brauchbare Spannungsquellen. (Das Muster nahm bei 4,5 V 4,7 mA und bei 3 V 3,1 mA Ruhestrom auf; mit aktivierter Leuchtdiode stiegen die Ströme auf 37 mA bzw. auf 19 mA.)

Die Schaltung, für die in den Betriebspausen selbstverständlich noch ein Batterieschalter nötig ist, stellt eine äußerst einfache und billige Lösung eines optischen Kurzzeitsignalisators dar.

Nach Einschalten des Batteriekreises fließt zunächst nur der Schaltkreis-Signalstrom. Drückt man den Mikrotaster, ist dieser Stromkreis unterbrochen, und über den Strombegrenzungswiderstand (schont den Kontakt und – im Falle eines Elektrolytkondensators – den Kondensator) wird der Kondensator entladen. Der Zeitablauf beginnt erst nach Loslassen der Taste. Es empfiehlt sich, die Taste wenigstens eine halbe Sekunde zu drücken, wenn der Kondensator in der Größenordnung von 100 μF liegt, damit er völlig entladen wird.

Mit dem Loslassen der Taste liegt die Betriebsspannung wieder am Schaltkreis und am Zeitglied. Da C entladen ist, liegt auch der Ausgang auf L, und die Leuchtdiode leuchtet.

Bei Erreichen der Triggerschwelle (im Muster etwa 1,3 V bei 3 V Betriebsspannung, etwa 1,9 V bei 4,5 V) verlischt die Leuchtdiode wieder, und die Stromaufnahme geht auf den Ruhewert zurück. Das Loslassen eines Mikrotasters mit der einen Hand läßt sich gut mit dem Einschalten einer Belichtungseinrichtung mit der anderen Hand »synchronisieren«. Das Gerät kann jedoch nochmals vereinfacht werden, wenn Einschalter und Mikrotaster in Form eines Simeto-Umschalters kombiniert werden. Gemäß Bild 4c ist das Gerät ausgeschaltet und der Kondensator über etwa 10 Ω ständig kurzgeschlossen

(siehe Anschluß H, wenn S_U links steht), der Batteriekreis ist geöffnet. Gestartet wird durch Umschalten nach rechts. Dabei leuchtet die Leuchtdiode für die Dauer der eingestellten Zeit und verlischt dann. Nun fließt nur noch der Schaltkreis-Ruhestrom. Jetzt kann aber sofort wieder auf »Bereitschaft« (I = O, C entladen) geschaltet werden, und beim Neueinschalten ist der Kondensator bereits völlig entladen, er wird nun definiert geladen.

Ein wichtiger Hinweis noch: Bei den Tests mit dieser Schaltung war die Leitung zum Stromversorgungsgerät etwa 50 cm lang. Bei Einsatz eines Elektrolytkondensators als Zeitkapazität entstand beim Umschalten des Triggers in einem gewissen Widerstandsbereich eine Schwingung von mehr als 10 MHz, und die Leuchtdiode glimmte schwach weiter. Ein Keramikkondensator von 47 nF zwischen Plus und Minus der Leiterplatte beseitigte diesen Effekt.

Für alle beschriebenen Einsatzvarianten bleibt als »Herzstück« stets die Leiterplatte nach Bild 3, so daß ihre »Konservierung« als typofix-electronic-special-Folie sinnvoll erschien.

2.3. Universeller Schalterbaustein USB 1

Als in einem weiten Betriebsspannungsbereich sicher ansprechender Alarmgenerator, dessen Ansprechschwelle linear der Betriebsspannung folgt, erwies sich die Schaltung nach Bild 5a. Ihr »Fühlerzweig« wurde nur durch das Potentiometer nachgebildet. Die Begrenzungswiderstände verbessern die Einstellsicherheit. Praktisch wird man den oberen oder den unteren als Heißleiter oder Fotowiderstand ausbilden, je nach gewünschter Ansprechrichtung. Durch die Spannungsproportionalität ist der Ansprechpunkt für eine bestimmte Temperatur oder Helligkeit zwischen 3 V und 4,5 V nahezu unabhängig von dieser Spannung. Die Temperaturabhängigkeit wurde zu etwa 3 mV/K am Muster ermittelt, d. h., man kann auch den Schaltkreis selbst als Temperaturfühler auf zu überwachende Objekte setzen. Leider fließen in dieser Schaltung ständig 10 mA bis 30 mA, je nach U_B, so daß eine Flachbatterie nur für Überwachungsaufgaben begrenzter Zeit geeignet ist. Schon bei 2,2 V war das Muster funktionsfähig. Bei einem zu groß werdenden Verhältnis von unterem zu oberem Teilwiderstand setzt die Schwingung wieder aus, und der Ausgang bleibt auf H. Das könnte man durch eine Leuchtdiode anzeigen (gestrichelt in Bild 5a). Ohne Rückkoppelkondensator schaltet der Ausgang bei entsprechend hoher Eingangsspannung auf H, mit dem ein Schalttransistor angesteuert werden kann. Da erst bei wesentlich kleinerer Eingangsspannung (untere Schwellspannung) wieder zurückgeschaltet wird, ist es zweckmäßig, bei Bedarf die gestrichelt eingezeichnete Taste zu benutzen.

Vielfach ist die von der Innenschaltung des A 902 D bedingte große Hysterese ungünstig. Das heißt, wenn z. B. durch einen Heißleiter im Teiler das Erreichen einer bestimmten Temperatur signalisiert wird, muß anschließend dieser Heißleiter wieder wesentlich weiter abkühlen (bzw. wärmer werden, je nach Lage), bevor der alte Zustand wieder erreicht ist. Daher wurde die ursprüngliche Schaltung gemäß Bild 5d für optische und nach Bild 5e für akustische Signalisierung auf eine stark verringerte Hysterese hin variiert. Die Leiterplatte (Leiterbild siehe Bild 5b) wird dann entsprechend der gesamten möglichen Belegung (Bild 5c) nur so weit bestückt, wie das durch Bild 5d vorgegeben wird. In Bild 5d signalisiert die rote Leuchtdiode Überschreiten einer am Potentiometer vorgewählten Temperatur. Die Widerstandswerte wurden für den Bereich zwischen Zimmer- und Körpertemperatur ausgelegt, so daß man ihre Funktion mühelos testen kann. Die grüne bzw. gelbe Leuchtdiode signalisiert Unterschreiten dieser Temperatur. Der Abstand zwischen beiden ist ziemlich klein – qualitativ brachte Anhauchen bei entsprechender Einstellung schon nach 2 s rote Anzeige, scharfes Anblasen schaltete ebenfalls nach kurzer Zeit auf Grün zurück. Dieses Verhalten wird durch den zwischen Versorgungsanschluß des A 902 D und Plus gelegten Widerstand erreicht. Der relativ hochohmige Teiler (leider sind Heißleiter oberhalb einiger Kiloohm nicht immer im Angebot) läßt außerdem nach Umschalten des Triggers auf H infolge der nun stärkeren Belastung durch den Triggereingangsstrom (mehr als 100μA gegenüber weniger als 5μA bei L bei den benutzten Exemplaren) die Eingangsspannung absinken, so daß sie der mit Erwärmen des Heißleiters schließlich erreichten unteren Schaltschwelle für L bereits näherkommt.

In der vorgestellten Dimensionierung lagen die beiden Umschaltpunkte nur noch etwa 100 mV auseinander bei einer L-Spannung (grün zu rot) von rund 1,1 V und einer H-Spannung (rot zu grün) von etwa 1,2 V.

Statt des Heißleiters kann wieder z. B. ein Fotowiderstand eingesetzt werden, der, im unteren Zweig angebracht, mit Rot das Über- und mit Grün das Unterschreiten einer bestimmten, anwählbaren Helligkeit signalisieren würde. Mit einem Festwiderstand und Fühlerelektroden im oberen Zweig ergibt sich ein Pegelmelder für leitfähige Flüssigkeiten: Rot zeigt zu wenig, Grün ausreichenden (oder zu hohen, je nach Einsatzfall) Flüssigkeitsstand an. Eine Rückkopplung ähnlich Bild 5a signalisiert nach Bild 5e zu niedrige Temperatur, was z. B. als Heizungswächter im Winter recht nützlich sein kann, oder man führt wieder im oberen Zweig Elektroden ein, die das Vollaufen etwa einer Badewanne durch einen Alarmton anzeigen. Ein Fotowiderstand, diesmal im oberen Zweig, kann zum Signal »Ton bei Licht« eingesetzt werden, während er im unteren Zweig Signal auslöst, wenn das Licht ausgeht. Das läßt sich z. B. auch für eine anspruchslose Lichtschranke mit Tonsignal bei Unterbrechung verwenden.

Setzt man die Schaltung nach Bild 5d zusammen mit einem Thyristor ein, so ergibt sich ein Modellthermostat gemäß Bild 6a. Da diese Anordnung für gefahrlos mit Niederspannung betreibbare Kleinthermostate geeignet erschien, wurde dafür ebenfalls eine Leiterplatte entwickelt, die zusammen mit der entsprechend teilbestückten Platte nach Bild 5c arbeitet. Bild 6b zeigt die Leiterseite, Bild 6c den Bestückungsplan. Sie eignet sich für Niederspannung bis 42 V, so daß damit Heizleistungen in der Größenordnung von 50 W geschaltet werden können. Die Versorgungsspannung für den Regelteil wird aus der »Heizspannung« durch einen von deren Höhe abhängigen Vorwiderstand und eine Z-Diode gewonnen. Außerdem sind eine Gleichrichterdiode und 2 Elektrolytkondensatoren erforderlich. In dieser Schaltung hat der A 902 D wieder einen »offenen Kollektor«-Ausgang, d. h., H-Pegel ist erst gegeben, wenn er von Plus her über einen Widerstand zugeführt wird, dessen Kleinstwert sich aus U_B/I_{Amax} ergibt. Man sollte also etwa 150 Ω möglichst nicht unterschreiten, wenn 5,6 V anliegen. Der sich bei H-Pegel für den Thyristor ergebende Steuerstrom ist völlig ausreichend.

Im konkreten Einsatzbeispiel bleibt die Belastung des Ausgangs kleiner, da der Widerstand nicht an Plus der Versorgungsspannung, sondern an der Thyristoranode liegt. Sobald der Thyristor gezündet hat, geht diese Spannung auf die Größenordnung von 1 V zurück. Wird nicht gezündet, begrenzt die Z-Diode U_{max}.

Übrigens ist die Kontrolle des Schaltzustands durch die beiden Leuchtdioden genauso weiterhin möglich wie bei der reinen optischen Überwachungsschaltung. Das ziemlich schwache Mitleuchten der grünen Diode bei dieser Anwendung bei geschalteter roter Leuchtdiode stört kaum. Gegebenenfalls müßte man ihr noch eine Plastdiode in Serie schalten, doch zwingt das zu einem kleineren gemeinsamen Vorwiderstand, der wiederum zu einer (unnötig) größeren Beanspruchung der roten Diode führen würde. Viel stärker stört dabei das Mitleuchten der roten Leuchtdiode, wenn die zur Unterdrückung dieses Effekts in Serie zum Thyristoreingang liegende Diode »eingespart« wird. Sie sollte also immer vorhanden sein; Rot bleibt dann eindeutig dunkel, wenn Grün leuchtet. »Einsparen« darf man auch keinesfalls die Elektrolytkondensatoren in der Versorgungsspannung und am A 902-Eingang. Andernfalls ergibt sich, bedingt durch den eingeengten Hysteresebereich, ein unerwünschtes ständiges Umschalten in der Nähe der Schaltschwellen, das durch den Restbrumm auf der Versorgungsspannung bedingt ist. Nur für Spezialfälle wird man diesen Effekt ausnutzen (möglicher weiterer Einsatzbereich für A 902 D bzw. seinen Nachfolger). Zur besseren Ausnutzung der aus Sicherheitsgründen begrenzten Spannung wurde für den Thyristor von vornherein eine Vollwellensteuerung vorgesehen, d. h., der Thyristor schaltet, wenn sich der Ausgang des A 902 D auf H befindet, eine Gleichrichterbrücke in jeder Halbwelle an den Heizwiderstand. Für ihn kann man z. B. auch (wie im Muster) eine oder mehrere Niederspannungsglühlampen einsetzen. Da der Thyristor stets schon in der Nähe des Nulldurchgangs der (durch die Gleichrichterbrücke in 100-Hz-Halbwellen verwandelten) Wechselspannung gezündet wird, ist der Kaltstromstoß ungefährlich, auch wegen des hohen zulässigen Spitzenstroms des Thyristors.

Die nahezu »Nullspannungsschaltung« führt auch zu relativ geringen Rundfunkstörungen. Bei Bedarf können – je nach den Bedingungen, unter denen der Thermostat betrieben wird – zwischen Thermostat und Transformator Entstörelemente (Drosseln und Kondensator) eingefügt werden. Die Wirksamkeit der Maßnahmen läßt sich am einfachsten mit einem Mittel- und Langwellenempfänger testen. Der Einsatzbereich des Thermostaten richtet sich u. a. nach dem Betriebsbereich des Heißleiters, der ja – und das trifft auch für seine Zuleitungen zu! – dort angebracht werden muß, wo die gewünschte Temperatur konstant gehalten werden soll.

Bei Einbetten in Cenusil und wenn man einen Silikongummischlauch verwendet – etwa im Sinne von Bild 6d –, ist auch die Regelung von Flüssigkeitstemperaturen möglich.

Am Mustergerät wurden folgende Beispieldaten ermittelt: 12-V-Transformator speist 5-W-Heizerlampe. Thermostatenvolumen etwa 2000 cm^3 (Wellpappe-Karton in zweitem Karton zur besseren Isolation, nur zur Demonstration, da Brandgefahr!), Vergleichsthermometer in Heißleiternähe mit 1/10-K-Teilung, Einlaufzeit etwa 20 min, Solltemperatur 32 °C (Außentemperatur 21 °C), Schaltpunkte: 32,1 °C (»zu warm«, rote LED leuchtet, Lampe abgeschaltet) und 31,9 °C (»zu kalt«, grüne LED leuchtet, Lampe eingeschaltet). Die Solltemperatur wurde also mit einer Toleranz von nur ± 0,1 K eingehalten. Um die gewünschte Temperatur zu erhalten, heizt man erstmals zunächst bei eingeschaltetem Regler (d. h. Lampe ein) und kontrolliert am Fühlerort die Temperatur. Ist der gewünschte Wert erreicht, wird am Potentiometer der Umschaltpunkt eingestellt. Später kann bei Bedarf etwas korrigiert werden.

Für Fachleute in Sachen Netzanschluß sei noch die Möglichkeit angedeutet, mit einer »Sicherheits-Schnittstelle« über einen Optokoppler auch Netzkreise zu schalten, d. h. z. B. auch Raumthermostaten – etwa mit Heizlüfter gekoppelt – zu betreiben (Bild 6e). Der handelsübliche Optokoppler MB 101 braucht zum Schalten eines Thyristors eine Nachverstärkung, die man am sinnvollsten als Darlington-Stufe ausführt. Die Z-Diode stellt wieder sicher, daß der Kopplerausgang nicht zu viel Spannung bei nichtgezündetem Thyristor erhält. Allerdings ist jetzt zusätzlich die hohe Spannung am Steuertransistor bei nichtgezündetem Thyristor zu berücksichtigen. Die ebenfalls jetzt handelsüblichen hochsperrenden SF 359 mit U_{CEO} = 300 V erscheinen dafür sinnvoll, wie in Bild 6e dargestellt.

2.4. Lauflicht

Schautafeleffekte sind immer wieder ein beliebtes Objekt der angewandten Elektronik. Seit große Leuchtdioden in rot, gelb und grün zur Verfügung stehen, fallen für nicht allzu aufwendige Vorhaben auch die gefürchteten Kaltstromstöße von Glühlampen weg. Mit 80 mA zugelassenem Ausgangsstrom bei L-Pegel vermag der A 902 D mühelos mehrere, über Vorwiderstände parallel angeschaltete Leuchtdioden hell leuchten zu lassen. Weiterhin ist für den angestrebten Zweck von Vorteil, daß der Eingang des A 902 D hochohmig ist. Damit werden hochohmige Widerstände und dadurch relativ kleine Kapazitäten für brauchbare Schaltzeiten möglich. Nach Bild 7a funktioniert ein Lauflicht mit in Kette geschalteten Stufen aus einzelnen A 902 D, erläutert am Beispiel mit 3 Stufen, so:

Die beim Einschalten der Betriebsspannung wegen L an den Eingängen (da die Kondensatoren noch nicht geladen sind) leitenden Ausgänge bewirken, daß die 3 Leuchtdioden leuchten. Von Plus wird jedoch mit $\tau = R \cdot C$ bei dieser Dimensionierung der erste Kondensator mit einer Zeitkonstanten von etwa 1 s aufgeladen. Bereits nach etwa 0,5 bis 0,7 τ ist die Schaltschwelle erreicht, und der erste Ausgang geht auf H; seine Leuchtdiode verlischt also. Damit lädt sich der zweite Kondensator, LED 2 verlischt. Gleiches wiederholt sich bei LED 3. Jetzt ist der Transistor an der Reihe. Er stellt die für einen geschlossenen, sich wiederholenden Ablauf nötige Rückführung mit Umkehrung des Signals sicher: H an seinem Eingang bedeutet L am Ausgang. Sobald er also, von seinem entsprechend aufgeladenen Basiskondensator geöffnet, den in der Kette ersten Kondensator entlädt, geht der erste A 902-Ausgang wieder auf L, und LED 1 leuchtet. Das bedeutet Entladen des nächsten Kondensators usw., bis der dritte A 902 D den Kondensator am Transistor entlädt. Damit geht der Transistorausgang auf H, der erste Kondensator kann sich wieder laden, und das Spiel beginnt von neuem.

Im eingeschwungenen Zustand baut sich also periodisch eine Lichterkette auf, die dann wieder schrittweise verlischt usw. Solche Verläufe kennt man von Reklameschriften. Von einer entsprechend »ergiebigen« Spannungsquelle (auch höherer, solange unter 42 V bleibender Spannung) kann man selbstverständlich auch Lampen, etwa hinter Kulissenbuchstaben, betreiben, wenn z. B. nach Bild 8 verfahren wird.

Für die 3 Stufen des Beispiels nach Bild 7a entstand die Leiterplatte nach Bild 7b, zu bestücken nach Bild 7c. Sie kann durch »Zwischenreiben« weiterer Stufen von einer zweiten »typofix«-Folie (bzw. durch Serienschalten weiterer Leiterplattenstücken ohne Transistor bis auf die letzte Stufe), wenn man die Rückführung »über alles« berücksichtigt, beliebig erweitert werden.

2.5. Lauflicht mit Tönen

Wird an die bereits in Bild 6a entsprechend gekennzeichneten Punkte ein RD-Netzwerk gemäß Bild 9 angeschlossen und verbindet man dessen Punkte P und D mit einem steuerbaren Tongenerator, wie er aus Original-Bauplan Nr. 38 bzw. 45 vorliegt, so schaltet das Lauflicht sogar noch eine sich periodisch wiederholende Tonfolge. Die Potentiometer lassen es in gewissen Grenzen zu, die Tonhöhen einzustellen. Unterbricht man in Bild 7a die Rückführung (47 Ω über Taste führen!), so liefert der »umlaufende Dauergenerator« nur noch auf kurzen Tastendruck jeweils einen einzigen Durchlauf. Damit ist auch eine Mehrton-Tür-»Klingel« möglich. Damit auch Leser, die nicht über den genannten Bauplan verfügen, einen solchen Tongenerator aufbauen können, enthält Bild 10 dazu nochmals den Bestückungsplan (vergleiche Bild 19 in Original-Bauplan Nr. 38, Leiterbild ist auf ätzfester »typofix«-Folie Blatt 2432 erhältlich). Dieser Bauplan erschien mit Ergänzungen als Nr. 45 in zweiter Auflage. Als interessante Anwendung kann man sich die gesamte Einrichtung auch als Wohnungsklingel mit optischer Signalisierung etwa beim Fernsehen vorstellen, wenn die Leuchtdiodenkette, beliebig in einem Gehäuse angeordnet, im Blickfeld des Fernsehzuschauers angebracht wird. Dabei kann abends auch die akustische Signalisierung »totgelegt« werden (vergleiche dazu auch Abschnitt 4!).

3. Transistorkombination A 910 D

3.1. Allgemeines

Der A 910 enthält in einem 14poligen DIL-Gehäuse (Bild 11a) neben 3 Widerständen eine Reihe von Transistoren bzw. Transistorkombinationen, die teils als pnp-, teils als npn-Transistoren wirken (Bild 11b). An der Plusleitung (14) liegen die (pnp)-Emitter der Kombinationen T2/T2′ und T3/T3′ sowie die Widerstände R1 und R3. Die weiteren Anschlüsse sind so belegt: 1 (npn)-Emitter von T3 und R2; 2 (pnp)-Basis von T3′; 3 Basis des npn-Transistors T4, 4 Emitter T4 und andere Seite von R2; 5 Kollektor T4 und andere Seite von R1; 6 Kollektor T6 (npn); 7 Emitter von T6 (kann als »Masse« des Ausgangskreises betrachtet werden); 8 Kollektor T1 (npn; dieser Transistor ist mit keinem anderen verbunden); 9 Basis T1, 10 Emitter T1; 11 Basis T5 (T5, ein npn-Transistor, treibt mit seinem Emitter die Basis von T6); 12 (pnp)-Basis der Kombination T2/T2′; 13 Emitter (npn) von T2; 14 s. o.

Durch die unterschiedlichen Zonenfolgen sind mit dem A 910 D interessante, im Ruhestrom sehr sparsame Schaltungen möglich. Tabelle 1 faßt die auf Grund der zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten der Elemente des A 910 D umfangreichen Daten zusammen. Abschließend muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß der A 910 D nach Produktionsauslauf keinen Nachfolgetyp haben wird, da die an ihm interessierte Industrie inzwischen auf seinem Einsatzgebiet zu anderen Lösungen gelangt ist. Für den Amateur dürfte er jedoch – schon angesichts der relativ großen Stückzahlen im Handel – noch eine gewisse Zeit nützlich sein.

3.2. Ruhestromfreier Signalgenerator

Schaltungen ohne Ruhestrombedarf, die also ständig auf Bereitschaft an eine Batterie auch kleinerer Kapazität, jedoch möglichst großer Lagerfähigkeit, angeschlossen sein können, lassen sich durch die CMOS-Technik technisch ohne Schwierigkeiten realisieren. Ihrem Einsatz stehen derzeit höchstens materialtechnische Probleme entgegen. Für solche Aufgaben hilft der A 910 D also eine Lücke schließen. Von besonderem Vorteil gegenüber CMOS-IS ist dabei die relativ hohe Strombelastbarkeit der Ausgangsstufe.

Bekanntlich ist der Grundtyp des Komplementärmultivibrators für Signalfrequenzen im Blink- und Hörbereich nach Bild 12 zwar bei entsprechender Dimensionierung des Rückkopplungsgliedes R1C1 im Sinne eines kleinen Puls-Pause-Verhältnisses bereits ein sehr ökonomischer Signalgenerator, verglichen etwa mit dem in beiden Zuständen »stromaktiven« symmetrischen Multivibrator. Er ist jedoch bezüglich der Stromverstärkung seiner beiden Transistoren recht toleranzempfindlich – eine Schaltung dieses Typs schwingt also nicht ohne weiteres sicher an; daher auch die in Bild 12 gestrichelt dargestellte Abgleichmöglichkeit.

Einen Ausweg bringt der Einsatz eines dritten Transistors. In dieser Schaltung (Prinzip: Bild 13) wurde durch den zusätzlichen Transistor dem Effekt des »Zufahrens« vorgebeugt. Wird die Betriebsspannung angelegt, arbeiten zunächst nur T1 und T2 in der gewohnten Verknüpfung, wobei sich über R_L erst eine Spannung aufbaut, ausgelöst durch den von R_2, R_2' her in T1 fließenden Basisstrom. Sobald die Spannung über R_L den Schwellwert der Basis-Emitter-Spannung von T3 überschreitet, zweigt T3 einen Strom vom Basisstrom für T1 ab, was zum Sperren von T1, T2 führt. Damit wird aber auch T3 wieder gesperrt, und der Vorgang wiederholt sich.

Bild 14 zeigt eine von mehreren möglichen Grundschaltungen, die das Transistorangebot des A 910 D berücksichtigt. Bei ihr wurden praktisch alle Transistorelemente des Chips ausgenutzt, was gleichzeitig zu Funktionserweiterungen sowohl ein- wie ausgangsseitig führt. Dieser Generator, dessen Arbeitsfrequenz durch entsprechende Wahl des Rückkopplungskondensators in weiten Grenzen variiert werden kann, hat mindestens 2 Besonderheiten: Zum einen geht die Ausgangsbelastung so gut wie nicht in die Eigenschaften des Generatorteils ein. Die Strombelastbarkeit des Ausgangs bietet mit 200 mA dabei eine große Zahl von Anwendungen. Für eine maximale Betriebsspannung von 5,6 V (also ist sowohl die TTL-Versorgungsspannung wie eine Flachbatterie u. ä. geeignet) ergibt sich R_{Lmin} zu 28 Ω. Bei Einsatz eines 15-Ω-Lautsprechers z. B. sind also bei 5 V etwa 15 Ω Vorwiderstand sinnvoll; bei Lampenlast sollte man bei der Dimensionierung des R_v vom Lampenkaltwiderstandswert ausgehen.

Zum anderen bot sich für einen solchen Generator – eingesetzt z. B. in Überwachungssystemen vielfältiger Art – durch die Schaltkreiselemente die interessante Möglichkeit des ruhestromfreien Betriebs. Dazu wird die Transistorkombination T2, T2′ eingesetzt. Hochohmiger »Sensor«-Eingang der Gesamtschaltung ist damit der Anschluß 12. Gesteuert wird von Masse her. Damit lassen sich z. B. Fotowiderstände, möglichst hochohmige Heißleiter-Widerstandskombinationen (für kleinen Querstrom dieses Meßzweigs, der dann einziger permanenter »Verbraucher« ist) sowie einfache Sensorelektroden oder auch ein Arbeitskontakt anschließen, je nach Aufgabenstellung.

Die Schaltung enthält mit dem zwischen Kollektor des npn-Multivibratortransistors und Eingang liegenden 1-MΩ-Widerstand außerdem noch eine Selbsthaltemöglichkeit. Das bedeutet Dauersignal auch bei nur kurzzeitiger externer Aktivierung des Eingangs. Wer das nicht wünscht, der wird diesen Widerstand weglassen. Andererseits bietet sich so aber die weitere interessante Möglichkeit einer Ein-Aus-Steuerung. Infolge der Größe dieses Widerstands ist sie wiederum auch mit einer Sensorelektrode (nur gegen Plus statt gegen Masse) realisierbar. Das könnte auch einen brauchbaren Einsatzfall für kleine, relativ selten benutzte Beleuchtungseinrichtungen darstellen. Dabei und auch für akustische Signalisierungen bringt die Variante ohne 1 MΩ und mit einem wesentlich über 33 nF vergrößerten, für diesen Effekt zeitbestimmenden Kondensator C noch die Möglichkeit, eine monoflopartige selbsttätige Abschaltung nach der von C bestimmten Zeit zu realisieren.

Mit dieser Schaltung kann eine ganze Reihe von Aufgabenstellungen optimal gelöst werden. Daher bot sich der Entwurf einer Leiterplatte an (Bild 14b, Bestückung nach Bild 14c). Mit dieser Leiterplatte als »Herzstück« entstand eine Alarmbox in einem Kunststoffgehäuse (Polystyrol oder PVC). Bild 15 skizziert eine mögliche Ausführung, Bild 16 zeigt Ansichten eines Mustergeräts. Es enthält u. a. drei thermisch in die Gehäusewand eingedrückte Drahtklammern zum Testen und zum Ausschalten mit dem

(feuchten) Finger. Zum Anschluß verschiedener Sensoren wurde eine 5polige Diodenbuchse angebracht, an die auch der sonst auf der Leiterplatte zur Selbsthaltung des Alarmsignals befindliche 1-MΩ-Widerstand gelegt wird. Dadurch kann zwischen den Betriebsarten »Alarm mit Selbsthaltung« und »Alarm ohne Selbsthaltung« gewählt werden. All diese Einzelheiten gehen aus Bild 15 und Bild 17 hervor. Bild 17 zeigt außerdem mögliche Einsatzfälle der Alarmbox, deren Flachbatterie bei nicht zu häufigem Gebrauch doch etwa im Abstand einiger Monate vorbeugend gewechselt werden sollte, damit nicht auslaufender Elektrolyt trotz eingeklebter Zwischenwand Schaden in der Schaltung anrichten kann. (Im Muster wurde übrigens der gesamte Leiterplattenteil einschließlich Hörkapsel zugeklebt, nur der Batteriedeckel ist abnehmbar und wird durch einen Klebstreifen gesichert.) Abschließend noch ein Hinweis: An einer größeren Anzahl von Schaltkreisen dieses Typs wurden toleranzempfindliche Werte überprüft. Ergebnis: Der Grundwert für C ist 22 nF. Meist genügen 10 nF, um (mit 1 MΩ) einwandfreie Selbsthaltung zu gewährleisten. Nur in einem Fall waren dazu 33 nF nötig. Andererseits durften bei einem anderen Exemplar nur 10 nF eingesetzt werden, sonst ließ sich der Ton nicht löschen. Darauf ist also beim Nachbau zu achten. Gegenüber einer früheren Veröffentlichung zu dieser Schaltung wurde C von 1 nach 9 verlagert. Zusammen mit einer Erhöhung des Widerstands zwischen 3 und 8 auf 150 kΩ arbeiteten im geschilderten Sinne alle vorhandenen 10 Exemplare des A 910 D (aus verschiedenen Fertigungschargen!) einwandfrei.

4. Blinkschaltungen und Alarmgeneratoren mit Analogschaltkreisen

Bereits im Originalbauplan Nr. 42 wurden die integrierten NF-Leistungsverstärker A 210 D und A 211 D in mehreren Beispielen eingesetzt. Im folgenden beweisen sie erneut ihre Vielseitigkeit. Nicht nur durch den niedrigen Preis der Basteltypen (R 210 D und R 211 D) sind sie früher üblichen Transistorlösungen überlegen, auch ihre Daten liegen oft günstiger. Das zeigt u. a. ihr Einsatz in Blinkschaltungen.

0,5 A Kollektorstrom konnte man z. B. einem SF 126 zumuten, und das ist für die hohen Kaltstromstöße von Glühlampen nicht viel. Mit 2,2 A Spitzenstrom dagegen darf man den Ausgang eines A 210 D belasten. Daß der »210« über eine interne Überlastschutzschaltung verfügt, die eine größere Einsatzsicherheit bringt (wenn man auch keinen Dauerkurzschluß verursachen darf), wird dabei sicherlich als angenehm empfunden.

4.1. Blinkschaltung mit A (R) 210 D

Nach Bild 18a beschaltet, wird der A 210 D zum Tieffrequenzrechteckgenerator. Das heißt: Die am Ausgang angeschlossene Lampe (das darf ohne weiteres eine »kräftige« 3,5-V/0,2-A-Lampe sein!) blinkt, sobald der Schaltkreis wenigstens etwa 4 V erhält. Also tut's auch eine Flachbatterie, wenn man für längeren Einsatz (etwa zur Sichtwerbung an einer Wandzeitung) auch besser einen Klingeltransformator verwenden wird. Seine 6 V Wechselspannung werden in der einfachen Schaltung nach Bild 19 gleichgerichtet und geglättet. Der Vorwiderstand ist nötig, wenn die 3,5-V-Lampe beibehalten wird. Diese Lösung erlaubt es übrigens, in gleicher Weise noch eine zweite Lampe anzuschließen, da die Vorwiderstände den Gesamtstrom auch bei kaltem Lampenfaden unter die zulässigen 2,2 A Spitzenstrom begrenzen. Bitte nicht nachrechnen – einerseits ist zwar die Transformatorleerlaufspannung höher als 6 V, andererseits liegt der Transformator-Innenwiderstand unsichtbar in Serie mit den Lampen! Die Schaltung wurde aber erprobt und »stimmt so«.

Die Blinkfrequenz läßt sich am Potentiometer R fein und (vor allem) durch Erhöhen des 100-μF-Kondensators auf 220 μF grob einstellen. Höheres C und höheres R ergeben niedrigere Frequenz. Der Widerstand in Serie mit dem Rückkopplungskondensator (der zwischen 10 und 47 μF gewählt wird) verbessert das Schaltverhalten (Verlustleistung sinkt) und ergibt ein günstigeres Tastverhältnis. Die Leiterplatte nach Bild 18b wird gemäß Bild 18c bestückt. An den Kühlflügeln des A 210 D darf nicht gebogen oder gelötet werden!

4.2. Blinkschaltung mit A (R) 211 D

Manchmal steht nur der 1-W-Verstärker A 211 D zur Verfügung, oder man braucht keine so hohe Lampenleistung. Aber Vorsicht – der A 211 D hat nicht nur eine andere Anschlußzuordnung, sondern verträgt nur 1 A Spitzenstrom. Außerdem fehlt die interne Schutzschaltung! All dies berücksichtigt Bild 20a. Wieder – wie schon beim A 210 D – ist es günstiger, die Lampe von Plus her an den Eingang anzuschließen. Ist die Lampe vom Ausgang nach Masse geschaltet, braucht man für den Schwingeinsatz etwas mehr Spannung, und im Schaltkreis wird mehr Verlustleistung umgesetzt. Die Verlustleistung interessiert im übrigen bei dieser Schaltung weniger als der Spitzenstrom, da ja weitgehend Schalterbetrieb gegeben ist. Das bedeutet, daß der größte Teil der zugeführten Leistung im Verbraucher (der Lampe) umgesetzt wird. Daher genügt für diesen Blinker auch jeweils Typ »D« (»K« hat einen Kühlkörper, ist aber darum auch teurer). Bild 20b zeigt eine Leiterplatte zu Bild 20a, bestückt wird nach Bild 20c. Übrigens gibt es neben »211« und »210« noch den »205«, der bis auf die bei ihm fehlende Schutzschaltung dem »210« entspricht, also auch wie dieser angeschlossen werden kann. Zur Ergänzung die Preise der R-Typen per 1980: R 205 D: 3,25 M; R 210 D: 3,25 M; R 211 D: 2,75 M. Abschließend noch ein Hinweis: Die unterschiedliche Lage von Potentiometer und Vorwiderstand in Bild 18a und Bild 20a hat keine Bedeutung; sie ergab sich nur aus der Leiterplattengestaltung.

4.3. Magnetfeldgesteuerter Alarmgeber MAG 1

Von einem magnetischen Wechselfeld sind viele elektrische Geräte umgeben, wenn sie eingeschaltet sind, vor allem solche mit Transformator. Aber auch Leuchtstoffdrosseln und Motoren können über das »Abfragen« ihres Magnetfelds ohne Elektroden – und damit gefahrlos auch über längere Strecken daraufhin überwacht werden, ob sie eingeschaltet sind. (Das kann z. B. für elektrische Pumpen sinnvoll sein.) Schließlich bietet sich vordergründig das Magnetfeld an, mit dem auch ein im Wecker leise gestelltes Telefon beim Klingeln umgeben ist.

Elektronische »Zweitklingel« für Telefon u. ä.

In größeren oder akustisch für diesen Fall ungünstig angelegten Wohnungen wird meist an zentralem Punkt (Flur) für das Telefon eine Klingel installiert; sie ist Pflicht, wenn das Telefon steckbar ist und damit an verschiedenen Orten aufgestellt werden kann. In jedem Fall aber bleibt es beim mehr oder weniger schrillen Klingeln, das in unmittelbarer Nähe recht unangenehm ist und dennoch andererseits in den Geräuschen der Wohnung untergehen kann. Wie bei der mit verteilten Lautsprechern den Wohnbedürfnissen besser angepaßten Melodiegenerator-»Klingel« (vergleiche Original-Bauplan Nr. 38 bzw. 45), so kann auch diese Telefonsignalisierung dezenter und melodischer und dennoch (bei richtiger Standortwahl) überall hörbar bleiben.

Hauptproblem ist die Signalabnahme, denn Eingriffe in das Telefon scheiden selbstverständlich aus. Dazu ist nur die Deutsche Post berechtigt. So bleiben die akustische oder induktive Kopplung. Beides hat Vor- und Nachteile. Ein akustischer Abgriff setzt voraus, daß die Schallquelle ständig am Telefonnetz bleibt. Das ist bei steckbaren Apparaten nicht der Fall; darüber hinaus läßt sich ein Telefonwecker auch auf »leise« stellen. Steckbare Apparate setzen aber die bereits erwähnte Zusatzklingel voraus. Das ist dann der geeignete Ort für die akustische Kopplung – ggf. sogar unter einer dann zulässigen schallschluckenden Haube, so daß einerseits das schrille Klingeln wirklich durch einen melodischen Klang abgelöst wird, andererseits aber auch (abhängig vom gewählten Umsetzungsprinzip) keine Fehlauslösung durch Fremdschall erfolgen kann. Bild 21 zeigt drei Möglichkeiten der Umsetzung. Bild 21a bleibt ausgeklammert, da das Klingeln ja in einen anderen Klang verwandelt werden soll. Die Schaltungen in Bild 21b und 21c unterscheiden sich hauptsächlich in der Wirkung. Während beim Aufbau nach Bild 21b im Rhythmus des Wecksignals ein Ton erzeugt wird, der also in den Pausen nicht vorhanden ist, gibt er bei Bild 21c einen Dauerton ab, dessen Tonhöhe mit dem Wecksignal beeinflußt wird.

In beiden Fällen muß das im Millivoltbereich liegende Eingangssignal aus Mikrofon oder das Magnetfeld aufnehmender Fangspule zunächst verstärkt werden, damit es einen elektronischen oder elektromagnetischen Schalter betätigen kann. Von dort wird der Tongenerator eingeschaltet. Bei der Schaltung nach Bild 21c sorgt ein Zeitglied dafür, die Läutepausen zu überbrücken, und über einen zweiten Steuerweg wird die Tonhöhe des Signals verändert.

Die Auslegung des Geräts hängt entscheidend davon ab, ob es netzunabhängig und dennoch wartungsarm oder über einen kleinen Transformator betrieben werden soll. Beides hat Vor- und Nachteile. Wird der »Umsetzer« am Tischapparat betrieben, möchte man zusätzliche Leitungen vermeiden. Eine solche Variante wurde z. B. von B. Petermann im »Elektronischen Jahrbuch« 1978 vorgestellt. An der festinstallierten Zweitklingel dagegen stört es nicht, wenn zu den in die lärmerfüllten Räume abgehenden Lautsprecherleitungen noch eine Stromversorgungsleitung kommt. Wird ein Klingeltransformator als Stromquelle benutzt, muß er ohnehin in einiger Entfernung von der Fangspule montiert sein, damit sein relativ starkes Streufeld die Einrichtung nicht dauernd auslöst.

Die Aufnahme eines Klingelsignals ist überhaupt der entscheidende Punkt bei der Lösung der Aufgabe. Während bei den allseitig aus Plast bestehenden Gehäusen der weitverbreiteten Typen W 58 und W 63 rings um den Apparat und auch unterhalb ausreichende magnetische Feldstärken herrschen (sie ergeben in entsprechenden Aufnehmern bis zu einige hundert Millivolt Leerlaufspannung!), ist bei den ebenfalls häufig anzutreffenden Tischapparaten aus der ČSSR mit ihrer abschirmenden eisernen Bodenplatte ein günstigster Abgriffspunkt das Innere der Griffschale unter dem aufgelegten Hörer.

Neben einer Aufnahmespule aus etwa 1000 Wdg. 0,2 CuL auf einem Ferritstab von etwa 60 mm Länge, des vor allem bei W 58 und W 63 sowie an Zweitklingelgehäusen aus Plast, kommt vor allem für das Telefon von Tesla eine kürzere Spule in Frage. Das kann eine Relaisspule sein, deren Windungszahl in relativ weiten Grenzen liegen darf. Spulen von Relais mit Nennspannungen zwischen 6 und 24 V sind brauchbare Abnehmer. Für den aktiven Teil bietet sich mit sparsamem Ruhestrombedarf die Kombination von 3 Transistoren mit einem NF-Schaltkreis etwa vom Typ A 211 D an. Aus Bild 22a ist die für diesen Zweck ausreichende Beschaltung aus wenigen Bauelementen zu erkennen. Eingangsseitig liegt ein »stromarmer« Wechselspannungsverstärker. Da je nach Schaltkreisexemplar schon 4 bis 4,5 V Batteriespannung für sichere Funktion ausreichen, nimmt diese Stufe weniger als 0,2 mA Kollektorstrom auf. Die Spannungsverstärkung der Stufe reicht aus, um über die mit Kondensator angekoppelte Verdopplerschaltung mit 2 Germaniumdioden (niedrige Schwellspannung, am günstigsten sind Kollektor-Basis-Strecken von Germanium-NF-Transistoren, wie GC 116 o. ä.) eine für sicheres Durchschalten des komplementären Gleichstromverstärkers aus zweitem und drittem Transistor nötige Spannung bereitzustellen. Mit dem Wert des Kollektorwiderstands des dritten Transistors kann die höchste gewünschte Frequenz (je kleiner R, um so höher f) eingestellt werden. Er muß so groß bleiben, daß noch Selbsterregung möglich ist. Mit dem in die Komplementärschaltung eingefügten Kondensator mit Entladewiderstand ergibt sich beim periodischen Klingeln Sirenenton. (Die Klingel selbst kann dabei ganz leise gestellt sein, da es ja nur um das Feld geht.) So kann also der Telefonruf über eine Zweidrahtleitung an eine beliebige Stelle der Wohnung geleitet und in der gewünschten Lautstärke wiedergegeben werden.

Der A 211 D nimmt im Ruhezustand recht wenig Strom auf – an mehreren Exemplaren wurden bei 4 V weniger als 0,5 mA gemessen. Die Rückkopplung vom Ausgang auf den nichtinvertierenden Eingang (Voraussetzung für Mitkoppeln!) kann erst wirksam werden, wenn dieser Eingang über den dritten Transistor und dessen Vorwiderstand einen Arbeitspunktstrom erhält. Da der hinter 8 liegende Eingangstransistor ein pnp-Typ mit Stromgenerator im Emitterzweig ist, wird er also durch einen von Masse kommenden Strom angesteuert.

Das Wechselfeld des Weckers muß in eine andere Frequenz umgesetzt werden, weil die 25 Hz der Weckerfrequenz nach der direkten Verstärkung im A 211 D einen ungünstig niedrigen, schlecht hörbaren Ton ergeben würden. Die Umsetzung in einen Ton höherer Frequenz durch die beschriebene Schaltung stellt also quasi das Analogon zur mechanischen Klingel dar, deren Metallglocke ja ebenfalls zwar mit niedriger Frequenz impulsförmig angeregt wird, die diese vom Klöppel angebotene mechanische Energie jedoch in Schallwellen höherer (der Eigen-) Frequenz umsetzt. Bild 22b zeigt eine Leiterplatte und Bild 22c den zugehörigen Bestückungsplan dieses Geräts, das bei etwa monatlichem Batteriewechsel mit einer Flachbatterie auskommt (oder mit 2 × RZP 2), das aber auch aus einem Kleinstnetzteil versorgt werden kann.

Optische »Klingel« zur Sichtsignalisierung

Für Schwerhörige empfiehlt sich die Umwandlung des aufgenommenen Telefonsignals in ein Blinksignal. Das läßt sich mit recht wenig Aufwand in Anlehnung an die Schaltung aus Abschnitt 4.2. z. B. mit einer 3,5-V/0,2-A-Lampe und veränderter Rück- und Ankopplung erreichen (Bild 23). Bereits mit 0,1 μF im Rückkopplungszweig erhält man ausreichend langsame Impulsfolgen. Außerdem ist der Gegenkopplungskondensator an Anschluß 9 des A 211 D zu vergrößern (etwa 47 μF). Statt über den Auskoppelkondensator (wie bei Tonsignal) liegt die Lampe direkt an Anschluß 6.

Von Nachteil ist, daß dieses optische Signal zunächst nur an einer einzigen Stelle wiedergegeben werden kann. (Dafür bietet sich abends z. B. ein Platz im Sichtfeld des Fernsehbildschirmes an.) Gemäß Bild 24 ist es aber nicht schwierig, weitere Orte »auszuleuchten«. Auf Grund der jeweils nur kurzen Betriebszeiten (Ruhestrom bei 4 bis 4,5 V meist wesentlich unter 1 mA, je nach Schaltkreisexemplar) können diese Endstellen mit einer Flachbatterie bestückt sein. Über eine Taste vom Eingang nach Masse sollte man sich aber gelegentlich vom Zustand der Batterie überzeugen; für Orte, an denen man sich nicht ständig aufhält, empfiehlt sich ein Batterieschalter (Beispiele: Küchenbereich, Bad).

Für diese »Nebenstellen« können Blinkgeber nach Abschnitt 4.1. oder Abschnitt 4.2. benutzt werden, bei denen – wie im Bild angedeutet – der Vorspannungspfad für den rückgekoppelten Eingang von Masse unterbrochen und erst durch den dritten Transistor im induktiven Aufnehmer geschlossen wird. Die Nebenstelle arbeitet also nur, wenn dieser Transistor in der »Hauptstelle« infolge des magnetischen Wechselfelds der Telefonklingel gegen Masse leitend wird. Die Diode entkoppelt Neben- und Hauptstelle voneinander, der Anschluß weiterer Blinkstellen ist auf gleiche Art möglich. Eine solche Einrichtung bietet sich damit auch z. B. für Familien mit Kleinkindern an, wo abends ein Telefonsignal nicht wieder zum Wecksignal werden soll – vergleiche Abschnitt 4.4.!

Stromarme Sichtsignalisierung anderer Vorgänge

Wie eingangs zu Abschnitt 4.3. erwähnt, ist dieser »magnetische Wächter« auch zur Überwachung anderer Vorgänge geeignet, die von magnetischen Wechselfeldern begleitet werden. Man kann sich also z. B. ein Überwachungstableau vorstellen, dessen Leuchtanzeigen über den Zustand solcher Stellen ständig informieren. Damit die Sache nicht zu aufdringlich wird und damit auch bei mehreren Stellen z. B. noch ein kleiner Klingeltransformator zur Speisung genügt, wird man in diesen Fällen – entgegen dem Bauplantitel – auf den Schaltkreis verzichten und gemäß Bild 25 die nur teilbestückte Leiterplatte mit einer Leuchtdiode abschließen.

4.4. Optische Türklingel

Nicht nur für das Telefon und auch nicht für Hörschwache allein empfiehlt sich die optische Signalisierung. Gerade abends tritt oft – wie schon in Abschnitt 4.3. angedeutet – die »komplexe« Situation auf, daß einerseits Kleinkinder im ersten Schlaf liegen und daß sich andererseits die übrige Familie vor dem Fernsehempfänger versammelt hat. Die Klingel wird dann oft überhört. Es ist ja wegen der Kinder einerseits auch sinnvoll, sie abends ganz abzuschalten. Andererseits sind Klingeln manchmal wichtige Kommunikationsmittel. Im einfachsten Fall läßt sich schon nach Bild 26 mit einer Kleinglühlampe und einem Vorwiderstand Abhilfe schaffen.

Der Vorwiderstand paßt die Lampe an die Klingelspannung an, die ja bei Gemeinschaftsanlagen oft höher als z. B. 6 V ist. Außerdem liegt die Spannung bei abgeschalteter Klingel (Leerlauf!) wesentlich höher. Man ordnet die Lampe im Blickfeld des Fernsehbilds an. Im »Zuschauer-Dämmerlicht« ist sie gut zu erkennen. Zur Verbindung mit den Klingelkontakten genügt eine 2adrige Leitung aus Klingeldraht. R_v ist so groß zu wählen (Versuch), daß die Lampe bei geöffnetem Schalter S mit normaler Helligkeit leuchtet.

Wirkungsvoller ist ein Blinksignal. Nach Bild 27 kann dazu zunächst ein Blinkgenerator einfach aus der Klingelspannung versorgt werden. Auch jetzt muß aber durch Versuch mit R_v an die vorhandene

Klingelspannung »angepaßt« werden. Bei Blinkgebern mit zwei wechselweise blinkenden Lampen genügt er allein, da die Stromaufnahme in etwa konstant ist. Bei 1-Lampen-Blinkern ist noch eine Leistungs-Z-Diode erforderlich. Sie wurde in Bild 27 gestrichelt angedeutet.

Kurze Blinkzeiten, nur durch die Länge der Klingelknopfbetätigung bestimmt, sind jedoch ungünstig. Nach Bild 28 ist es z. B. möglich, den IS-Blinker nach Abschnitt 4.1. oder Abschnitt 4.2. mit dem eingezeichneten Abgriff in den Eingangsteiler nach einem noch so kurzen Klingelsignal minutenlang blinken zu lassen – so lange, daß es oft sinnvoll ist, die in Bild 28 eingezeichnete Löschtaste zu betätigen. Diese Anlage hat also eine gewisse Zeit lang Speicherwirkung für das Signal. Die Signalzeit wird von R und C bestimmt. Bereits mit den als Beispiel angegebenen Werten erreicht man mehr als 1 min periodisches Blinken, und auch nach dieser Zeit gibt, wenn man nicht vorher löscht, die Lampe mit länger werdenden Abständen noch kurze Blinksignale von sich. Das wird dann wohl immer bemerkt!

Bei kleinerer Stromverstärkung des Transistors kann der Widerstand bis auf etwa 100 kΩ verkleinert werden. Der Kondensator wiederum läßt bei entsprechend größerer Kapazität so große Blinkzeiten zu, daß sie wohl nur für Spezialfälle sinnvoll sein dürften. Meist wird man die Löschtaste vorzeitig betätigen. Der IS-Blinker wird am besten wieder mit eigener Stromversorgung aus einer Flachbatterie in einer Plastbox untergebracht. Die Batterie enthebt von den Unsicherheiten der Frage nach der Betriebsspannung für die Klingel und ihren Schwankungen. Das ist besonders bei Gemeinschaftsanlagen günstiger. Wird die Blinkbox nur am Abend eingeschaltet, dann reicht die Batterie einige Wochen. Für den Signaleingang selbst ist die genaue Höhe der Betriebsspannung nun ohne Bedeutung. Sie beeinflußt lediglich die erreichbare Blinkzeit. Für diese Zusatzschaltung lohnt die Anfertigung einer eigenen Leiterplatte kaum. Man montiert sie z. B. auf einem Stück Lochraster- oder Universalleiterplatte. Sie kann wahlweise in Klingelnähe oder auch (sinnvoller) mit in der Blinkbox untergebracht werden. Zwischen Klingel und Box reicht wiederum eine Zweidrahtleitung. Die Box selbst kann selbstverständlich auch wieder aus einem eigenen Klingeltransformatornetzteil – etwa nach Bild 19 – gespeist werden. Der (gekapselt bleibende!) Klingeltransformator läßt sich mit in der Blinkbox unterbringen.

5. »typofix«-Folie zum Bauplan

Zu diesem Bauplan entstand das »typofix-electronic-special«-Blatt »Schaltkreis-Mosaik I« (Original-Bauplan Nr. 46). Es enthält die Leiterbilder in folgender Anordnung:

In der oberen Reihe befinden sich 4 Leiterbilder im Format 30 mm × 35 mm, je einmal das des Lichtmengen- und Zeitschalters LZS 1 und des universellen Schalterbausteins USB 1 sowie zweimal das des Alarmgenerators ALG 1. Darunter liegt eine 3stufige Lauflichtanordnung (LLK 3).

Links Mitte und unten sind der Thyristor-Steuerbaustein TSB 1 (z. B. für den Thermostaten benutzbar) und der magnetfeldgesteuerte Alarmgenerator MAG 1 angeordnet. Auf der rechten Seite findet man die Leiterbilder für die Blinkgeneratoren mit A 210 D (BGB 2) und A 211 (BGB 1). Die freien Räume des Blattes wurden mit »optimierten Lötaugen« für beliebige Schaltkreisanordnungen ausgefüllt, denn diese Lötflächen sind in der Praxis vielfach günstiger als Kreise entsprechend kleinerer Gesamtfläche.

Hinweise zum Umgang mit ätzfester »typofix-electronic«-Folie

Seit einiger Zeit werden die handelsüblichen Ätzsätze für Leiterplatten nicht mehr mit Eisen(III)-chlorid ausgeliefert, sondern mit dem »umweltfreundlicheren« Ammoniumpersulfat. Das führte bei vielen Amateuren zu Umstellungsschwierigkeiten, denn dieses Ätzmittel hat andere Eigenschaften als Eisen(III)-chlorid. Entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung eines Leiterbildes in eine Leiterplatte bei Benutzung von »typofix«-Folie ist jedoch stets der dem Ätzen vorausgehende Arbeitsprozeß. Beim Ätzen selbst sind allerdings einige Randbedingungen zu beachten, die teils auch auf Eisen(III)-chlorid zutrafen, teils für Ammoniumpersulfat spezifisch sind. Gemeinsam ist beiden Ätzverfahren die Möglichkeit der Beschleunigung des Ätzprozesses durch erhöhte Badtemperatur. Während beim Eisen(III)-chlorid 40 °C empfohlen werden, tritt eine entscheidende Zeitverkürzung bei Ammoniumpersulfat

zwischen 60 und 80 °C auf. Doch auch mit 40 bis 50 °C sind brauchbare Zeiten (bei frischer Lösung 30 min als Erfahrungswert) zu erzielen. 50 °C sind auf Grund entsprechender Versuche auch als oberster Grenzwert für die Verarbeitung von Haftdruckfolie-Leiterbildern zu betrachten. Das mag einer der Gründe für die Bevorzugung von Eisen(III)-chlorid gegenüber Ammoniumpersulfat durch die Anwender gewesen sein.

Kritischer verhält sich Ammoniumpersulfat bezüglich ablösender Kräfte auf Deckschichten beliebiger Art. Mit zunehmender Temperatur (und hauptsächlich bei neuangesetzter Lösung) treten Sauerstoffblasen auf, die auf die Deckschicht mechanisch einwirken. Daher ist besonders eine einwandfreie Kantenhaftung von wesentlicher Bedeutung für die Haltbarkeit der Deckschicht während des Ätzprozesses. Diese Haftung wird jedoch durch die dem Ätzvorgang vorgeschalteten Arbeitsgänge bestimmt. Schließlich hängt die notwendige Dauer der Ätzung auch stark von der Beschaffenheit der unbedeckten Kupferpartien ab. Daher ist die saubere Übertragung der Haftdruckfolie auf die Kupferfläche ohne Abdrücken von Wachs neben dem Vermeiden von Fettspuren eine entscheidende Voraussetzung für die Qualität der Leiterplatte. Wo sich solche Abdrücke nicht vermeiden ließen (was bei der notwendigerweise stückweisen Verarbeitung von »typofix-electronic-universal« häufiger der Fall sein wird als bei den kompletten Leiterbildern von »typofix-electronic-special«), ist sachgemäßes Entfernen dieser Fremdschicht vor dem Ätzen als wesentlicher Arbeitsgang zwischenzuschalten. Dabei hat sich das früher oft empfohlene Waschbenzin mit Wattebausch aus 2 Gründen als relativ problematisch erwiesen: Zum einen wird das Wachs u. U. mehr verteilt als entfernt, zum anderen sind vor allem schmale Leiterzüge stärker gefährdet. Auch Spiritus ist wegen des letztgenannten Umstands weniger zu empfehlen. Selbst konzentrierte Spülmittellösung sollte nicht verwendet werden. In einer Verdünnung von etwa 1 : 1000 (Spülmittel : Wasser) in saugfähigem weichem Papier (z. B. Papiertaschentuch) läßt es sich jedoch zum Entfernen von Fett- und Wachsspuren gut einsetzen. Zusammengefaßt empfiehlt sich als einer von mehreren möglichen Wegen bei der Verarbeitung von Leiterbildern aus Haftdruckfolie dieser Ablauf:

- Mechanisches Säubern und dabei leichtes (!) Aufrauhen der Kupferschicht mit Schleifpapier feinster Körnung; Scheuerputzmittel führen dagegen zu schlecht zu entfernenden, wasserabweisenden Schichten; bei ihrer Verwendung daher besonders gut entfetten, z. B. mit Bürste!
- Entfetten mit Spülmittel oder (und) kurzes Baden in Silberputzmittel (z. B. »Blanka blink«)
- Trocknen mit sauberem, saugfähigem Tuch
- Aufbringen der Leiterzüge konsequent nur durch Nachziehen der schwarzen Flächen mit Kugelschreiber oder weichem, verrundetem Bleistift
- Leichtes Andrücken durch die Trägerfolie hindurch auf die Schicht
- Vorsichtiges, langsames Abheben der Trägerfolie, ggf. hängengebliebene Partien nachreiben (Notwendigkeit von »Vorgeschichte«, u. a. der Lagerung der Folie, abhängig, Qualitätsfrage)
- Andrücken des Leiterbilds mit der sauberen Fingerkuppe
- Festes Andrücken (»Kantenstabilisierung«) des Leiterbilds mit einem Gummirollenquetscher (Fotobedarf), mehrmals kreuz und quer über die Platte geführt
- Mechanisches Abreiben von Fremdschichten mit weichem, aber festem Papier, in Spülmittellösung angefeuchtet – Haftfestigkeit der Deckschicht berücksichtigen!
- Ätzen in Ammoniumpersulfat, 50 g in 250 cm^3 Wasser von maximal 50 °C gelöst; bei Thermometerkontrolle z. B. unter einer Tischlampe zur weiteren Einhaltung dieser Temperatur
- Spülen, Kontrolle (ggf. mit Stichel oder Messer Kupferreste entfernen), Abschaben der Deckschicht z. B. mit Kante eines Halbzeugstücks
- Oberfläche etwa in »Blanka blink« säubern, spülen, mit Tuch trocknen und mit Schutzlack aus dem Ätzsatz dünn überziehen.

1. Auflage, 1.–25. Tausend · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin 1981
Lizenz-Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Rainer Erlekampf · Typografie: Helmut Herrmann · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 20. September 1980 · Bestellnummer: 746 253 6

Tabelle 1a: Ausgewählte Kenngrößen der IS A 910 D

Transistorelement 1
$h_{21Emin} = 50$ bei $I_E = 3$ mA,
$U_{CE} = 3V$
$U_{CEsat} \leqq 0{,}5$ V bei $I_C = 10$ mA,
$I_B = 1$ mA
$U_{CEO(BR)min} = 6$ V bei $I_C = 100\ \mu A$

Transistorkombination 2 (3)
$h_{21Emin} = 50$ bei $I_B = 20\ \mu A$,
$U_{CE} = 3$ V
$U_{CEsat} \leqq 1{,}2$ V bei $I_C = 3$ mA,
$I_B = 0{,}2$ mA
$U_{CEO(BR)min} = 6$ V bei $I_C = 100\ \mu A$

Transistorelement 4
$h_{21E} = 30$ bis 180 bei $I_E = 120\ \mu A$,
$U_{CE} = 0{,}8$ V
$U_{CEsat} \leqq 0{,}5$ V bei $I_C = 10$ mA,
$I_B = 1$ mA

Transistorkombination 5 (6)
$h_{21Emin} = 900$ zwischen $I_{E6} = 1 \ldots 100$ mA,
$U_{CE6} = 0{,}4$ V
$U_{CEsat} \leqq 0{,}4$ V bei $I_{C6} = 100$ mA,
$I_B = 0{,}5$ mA
$U_{SS} = 2{,}8$ V, $R_L = 110\ \Omega$
$U_{CEO(BR)min} = 6$ V bei $I_{C6} = 100\ \mu A$

Widerstandselemente
$R1 = 21 \ldots 39$ kΩ bei $I_R = 0{,}1$ mA
$R2 = 0{,}7 \ldots 1{,}3$ kΩ bei $I_R = 1$ mA, $U_{SS} = 3$ V
Mittlerer Temperaturkoeffizient
$T_{K(R)} = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$/K bei $I_{R1} = 0{,}1$ mA bzw.
$I_{R2} = 1$ mA

Tabelle 1b: Grenzkennwerte

U_{SS}	= 0 ... 6 V	I_{C4}	= 20 mA
U_{CE}	= 6 V	I_{B4}	= 15 mA
I_{C1}	= 20 mA	I_{C6}	= 200 mA
I_{B1}	= 15 mA	I_{B5}	= 20 mA
I_{C2}, I_{C3}	= 40 mA	P_V	= 300 mW
I_{B2}, I_{B3}	= 20 mA	ϑ_S	= −40 ... +125 °C

Als nächster erscheint im September 1981 der Originalbauplan Nr. 47:

Elektronische Lichtschalter

Zu den noch am leichtesten mit elektronischen Mitteln im Haushalt, in der Schule und im Betrieb realisierbaren Maßnahmen zur Einsparung von Energie gehört die an den Bedarf angepaßte Beleuchtung. Automatische Lichtschalter, steuerbare (Niederspannungs-) Leuchten und der Einsatz von Thyristoren sind Mittel dazu. Zum letztgenannten Teilkomplex erschien als Originalbauplan Nr. 31 1976 der Titel »Thyristor-Lampensteller«. Darin wurde auf die damalige Bauelementelage Rücksicht genommen. Der dort vorgestellte Halbwellenschalter mit einer 110-V-Lampe am 220-V-Netz ist inzwischen nur noch für spezielle Anwendungen interessant oder dann, wenn eine möglichst billige einstellbare Lichtquelle gebraucht wird. Die damals noch selten im Handel erhältlichen »netzfesten« Plastdioden der Reihe SY 320 (als 320/4 für Brückengleichrichter mit C-Belastung benutzt) sind bereits in der Industrie durch die Miniatur-Plasttypenreihe SY 360 abgelöst worden, und bisweilen erhält man sie auch schon im Amateurbedarfshandel. Diese Situation erleichtert die Lösung der Aufgabe »Lampensteller« beträchtlich.

Dieser Bauplan enthält viel Grundlageninformation und umfaßt zahlreiche Varianten von Steuerschaltungen für rationelle Beleuchtung, die man den gegebenen Verhältnissen anpassen kann. Leiterplatten wurden dazu für einige typische Anwendungen entworfen. Für diese wird selbstverständlich wieder eine »typofix«-Folie in den Handel gelangen.

Aus dem Inhalt des Originalbauplans Nr. 47

1. Einleitung
2. Thyristorinformationen
2.1. Allgemeines
2.2. Zündung
2.3. Störungen
2.4. Prüfen von Thyristoren
2.5. Daten von Thyristoren aus DDR-Fertigung
2.6. Niederspannungseinsatz von Thyristoren
3. Thyristorschaltungen
3.1. Thyristor-Lampensteller
3.2. Lichtgesteuerter Einschalter
3.3. Stetig reagierender Dämmerungsschalter
3.4. Treppenlichtautomat mit stetig abnehmender Helligkeit
3.5. »Lampenkopf« für Lichtorgel
3.6. Berührungsfreie Transformatorkopplung
4. Triacschaltungen
5. Automatische Lichtschalter für Kleinspannung
5.1. Automatiklampe mit stetig abnehmender Helligkeit
5.2. Sensorgeschaltete Lampe
5.3. Blitzlicht-Lichtschalter
5.4. Ein-Aus-Taste für Thyristor im Gleichspannungsbetrieb
5.5. Lichtgesteuerter Ein-Aus-Schalter
5.6. Minutenbeleuchtung ohne Ruhestrombedarf
5.7. Dämmerungsschalter mit »Spartaste«
6. »typofix«-Folien zum Bauplan

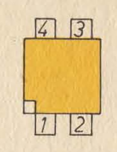


Bild 1
Anschlußbelegung des A 902 D

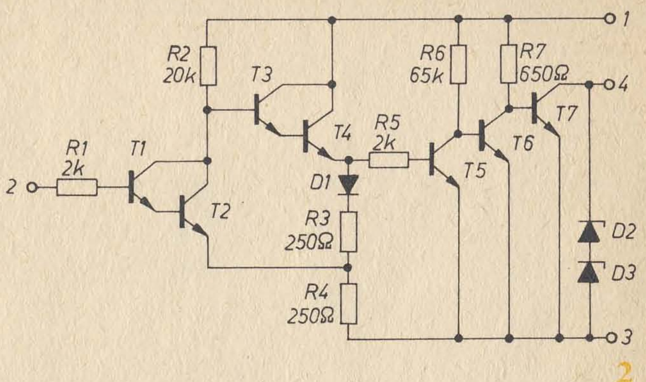


Bild 2
Innenschaltung des A 902 D

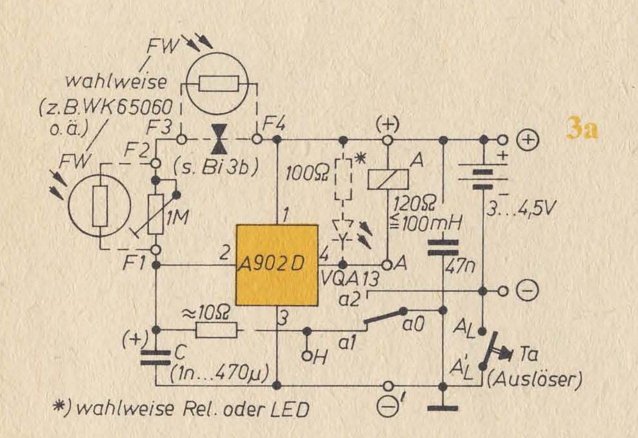
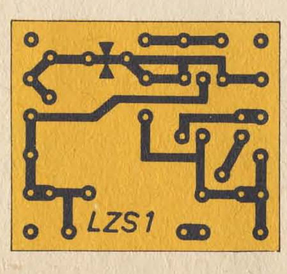
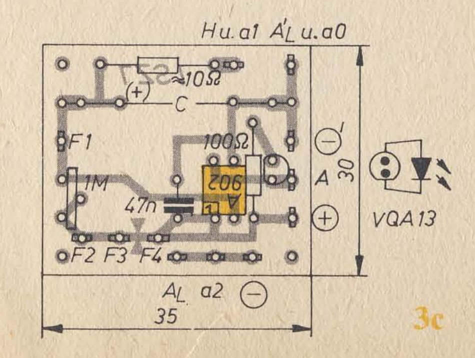


Bild 3
Lichtmengen- und Zeitschalter LZS 1: a – Möglichkeiten für Beschaltung, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan





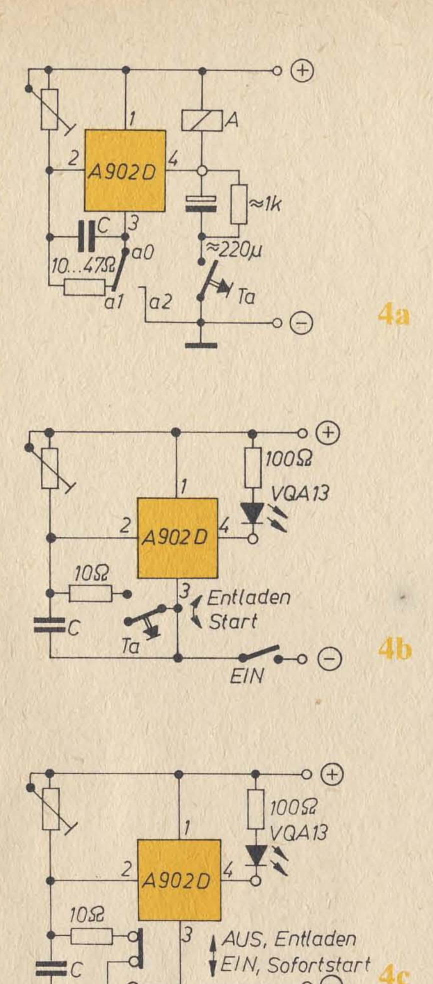
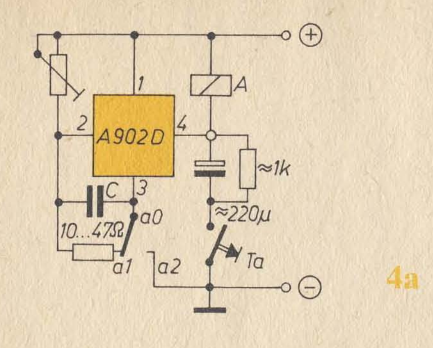
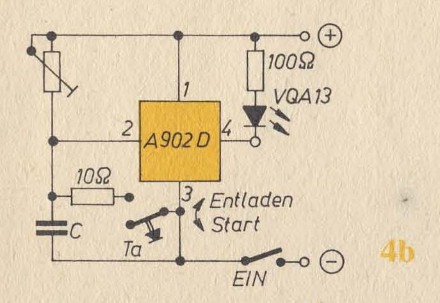


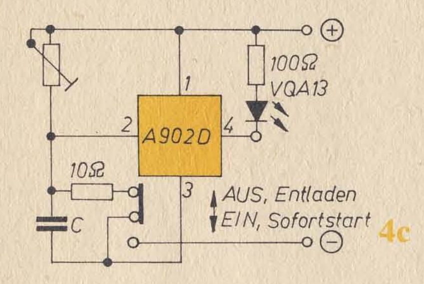
Bild 4
a – Impulsstart für Relais bei kurzen Zeiten (Vorschlag nach *H. Jakubaschk*), b – Startschaltung für Zeitschalter mit LED-Signal für Dauer der eingestellten Zeit; Entladen durch Ta, Start bei Loslassen (ungünstig), c – mit Simeto-Umschalter Start bei EIN auch für kurze Zeiten (günstige Schaltung für LED-Signal-Zeitschalter)



4a



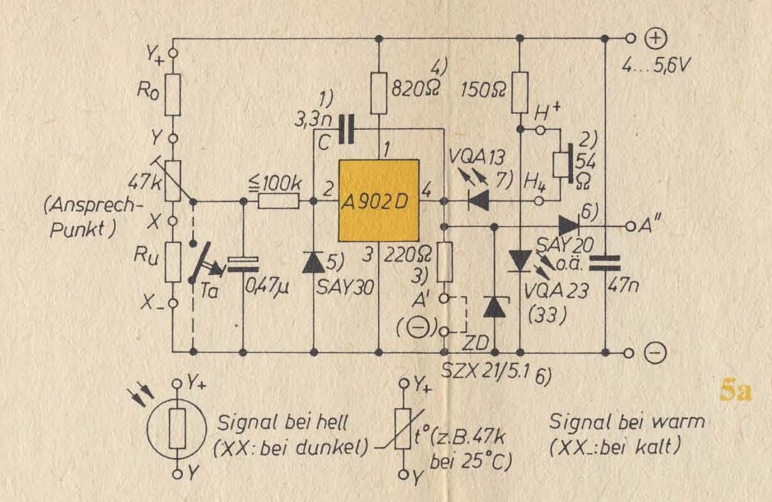
4b



4c

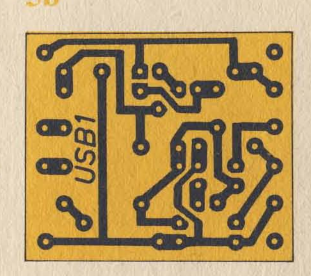
Bild 4

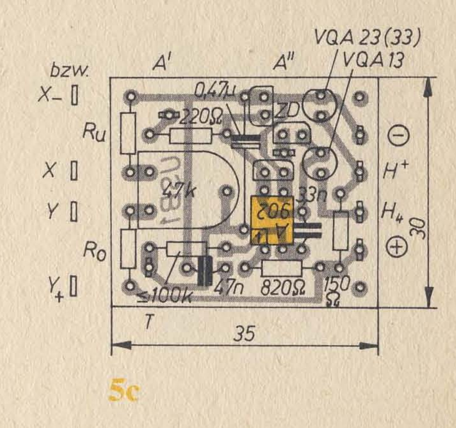
a – Impulsstart für Relais bei kurzen Zeiten (Vorschlag nach *H. Jakubaschk*), b – Startschaltung für Zeitschalter mit LED-Signal für Dauer der eingestellten Zeit; Entladen durch Ta, Start bei Loslassen (ungünstig), c – mit Simeto-Umschalter Start bei EIN auch für kurze Zeiten (günstige Schaltung für LED-Signal-Zeitschalter)



5a

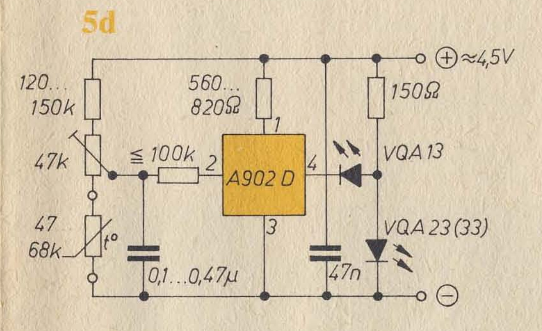
5b

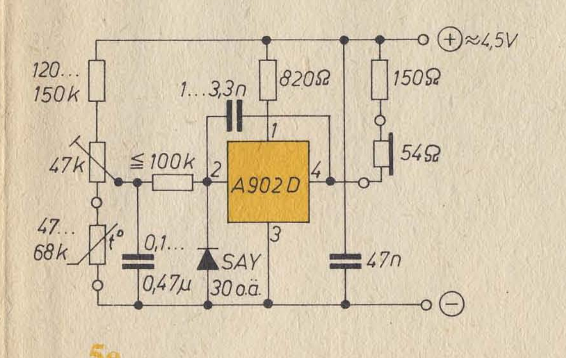




5c

5d





5e

Bild 5

Universeller Schalterbaustein USB 1: a – Experimentierschaltung,

1) mit C: Ton, ohne C: H bzw. L am Ausgang
2) entfällt, wenn ohne C (Brücke H^{+} – H_4!)
3) verringert Pulsamplitude; entfällt, wenn ohne C (dann keine Brücke A – ⊖)
4) für kleine Hysterese (s. Text)
5) schützt Eingang gegen negative Pulse
6) nur bei Thyristorsteuerung
7) nur ohne C (und ohne Hörer);

b – Leiterbild für den Schaltungsumfang von a sowie für weitere Einsatzfälle, c – Bestückung (für a und für weitere Fälle, vgl. die folgenden Bilder!), d – optische Signalisierung mit kleiner Hysterese von »zu warm« (rot) und »zu kalt« (grün) im Bereich der Zimmertemperatur, e – akustische Signalisierung mit kleiner Hysterese von »zu kalt« (Ton)

Bild 6

Modellthermostat mit A 902 D und Thyristor: a – Stromlaufplan in Verbindung mit Bild 5 (Notwendigkeit von Entstörmaßnahmen am praktischen Objekt prüfen, s. Text),

1) U gemäß $U_{Transformator}$!
2) Wert gemäß $U_{Transformator}$!
3) für Thermostatzwecke in gemeinsamem, wärmeisoliertem Gehäuse;

b – Leiterbild der Zusatzschaltung TSB1; c – Bestückung zu b; d – Möglichkeit für das Einbetten eines Heißleiters in Silikongummischlauch zur Regelung von Flüssigkeitstemperaturen,

1 zur Leiterplatte
2 Si-Gummischlauch
3 Lötstellen
4 Heißleiter
5 Cenusil
6 verdrillter, isolierter Draht;

e – Vorschlag für Fachleute: Steuerung größerer Lasten, potentialgetrennt über Optokoppler (Schutzisolierung vorsehen!), Experimentiervorschlag, Dimensionierung für Netz nicht erprobt, nur mit Niederspannung steuerseitig getestet!

Bild 5
Universeller Schalterbaustein USB 1: a – Experimentierschaltung,

1) mit C: Ton, ohne C: H bzw. L am Ausgang
2) entfällt, wenn ohne C (Brücke $H^+ - H_4$!)
3) verringert Pulsamplitude; entfällt, wenn ohne C (dann keine Brücke A – ⊖)
4) für kleine Hysterese (s. Text)
5) schützt Eingang gegen negative Pulse
6) nur bei Thyristorsteuerung
7) nur ohne C (und ohne Hörer);

b – Leiterbild für den Schaltungsumfang von a sowie für weitere Einsatzfälle, c – Bestückung (für a und für weitere Fälle, vgl. die folgenden Bilder!), d – optische Signalisierung mit kleiner Hysterese von »zu warm« (rot) und »zu kalt« (grün) im Bereich der Zimmertemperatur, e – akustische Signalisierung mit kleiner Hysterese von »zu kalt« (Ton)

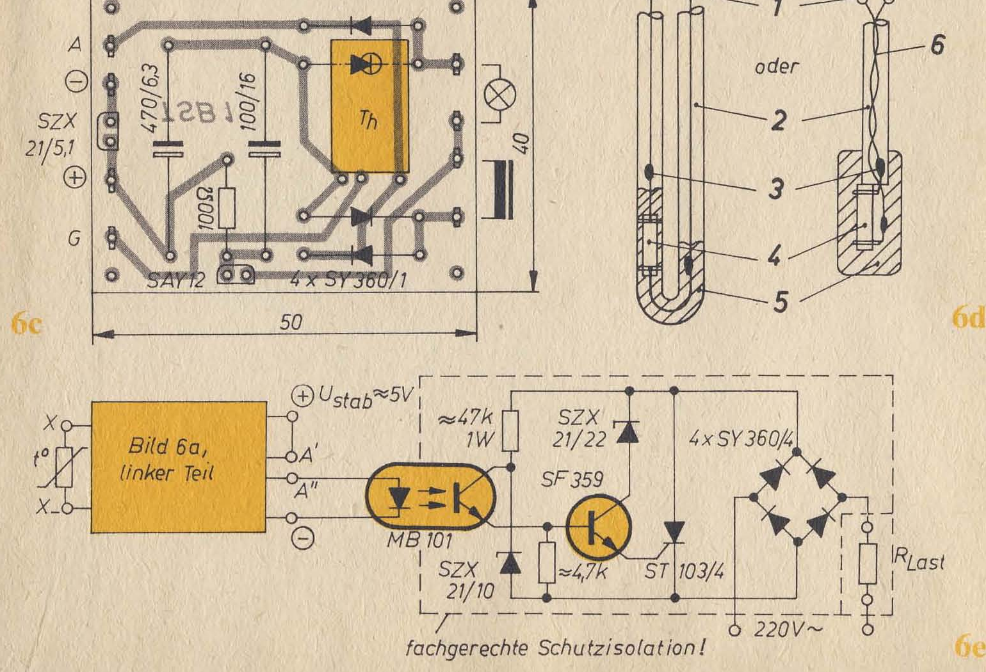
Bild 6
Modellthermostat mit A 902 D und Thyristor: a – Stromlaufplan in Verbindung mit Bild 5 (Notwendigkeit von Entstörmaßnahmen am praktischen Objekt prüfen, s. Text),

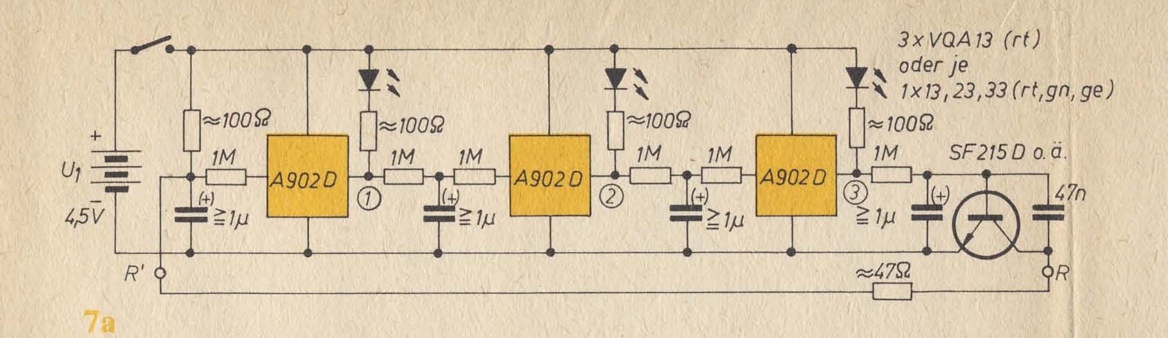
1) U gemäß $U_{Transformator}$!
2) Wert gemäß $U_{Transformator}$!
3) für Thermostatzwecke in gemeinsamem, wärmeisoliertem Gehäuse;

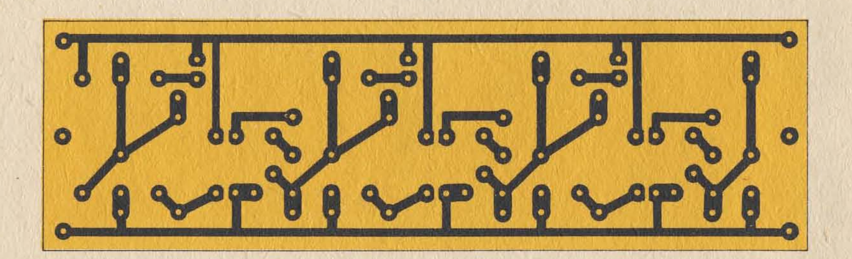
b – Leiterbild der Zusatzschaltung TSB 1; c – Bestückung zu b;
d – Möglichkeit für das Einbetten eines Heißleiters in Silikongummischlauch zur Regelung von Flüssigkeitstemperaturen,
1 zur Leiterplatte
2 Si-Gummischlauch
3 Lötstellen
4 Heißleiter
5 Cenusil
6 verdrillter, isolierter Draht;
e – Vorschlag für Fachleute: Steuerung größerer Lasten, potentialgetrennt über Optokoppler (Schutzisolierung vorsehen!), Experimentiervorschlag, Dimensionierung für Netz nicht erprobt, nur mit Niederspannung steuerseitig getestet!

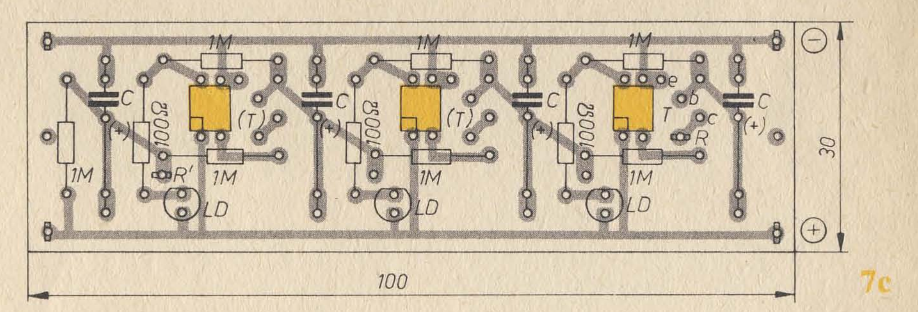
Leiterplatte nach Bi 5; "teilbestückt"
Leiterplatte nach Bi 6 b, c
≈120k
47k
X
68k
X_
t°
3)
≦100k
0,47μ
820Ω
220 Ω
150 Ω
A 902 D
SZX 21/5,1
SAY 30 o.ä.
VQA 13
VQA 23 (33)
A'
A
G
A"
100Ω 2)
SAY 12, 17 o.ä.
470/6,3
SZX 21/5,1
100/16 1)
Th ST 103/1
La z.B. 12 V/5W 1)
3)
220V ~
z.B. 12V~ (schutzisoliert!)
4 x SY 360/1 320/1 1)
6a

TSB 1
6b



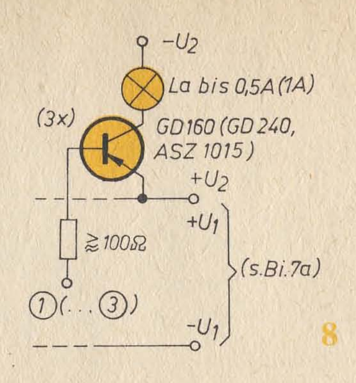


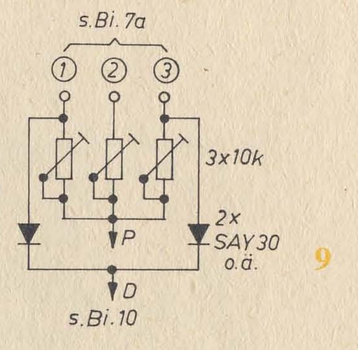




für Umlauf R'–R über 47Ω verbinden!
T nur bei letzter Stufe einsetzen
C je nach gewünschter Zeit, ≧ 1µF

Bild 7
Lauflicht mit A 902 D (Beispiel: 3 Schritte): a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan (1 MΩ ggf. verringern, Grenzwert!)





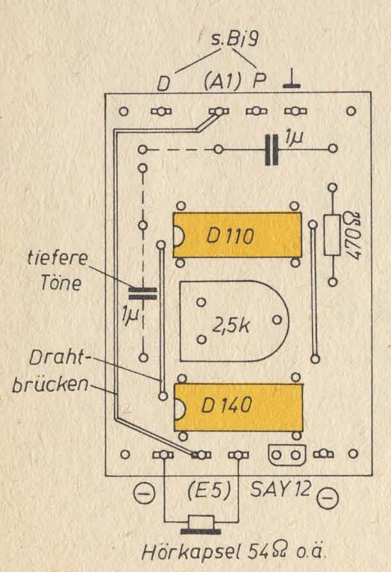
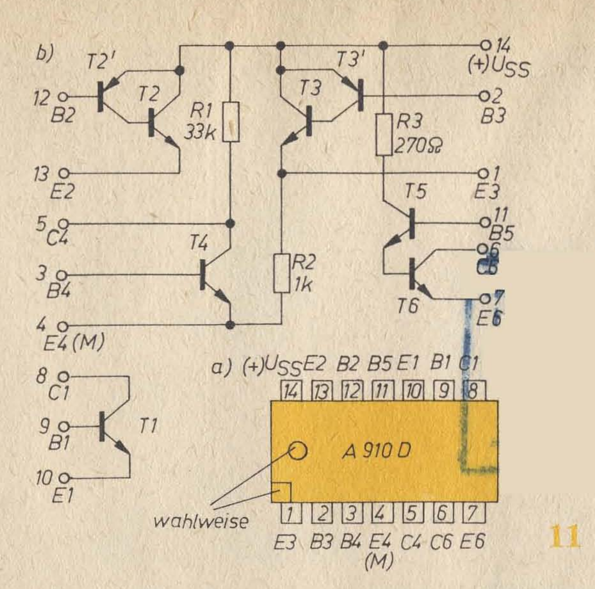


Bild 8
Vorschlag für das Schalten größerer Lampen (für diese getrennte Spannung genügender Belastbarkeit vorsehen!)

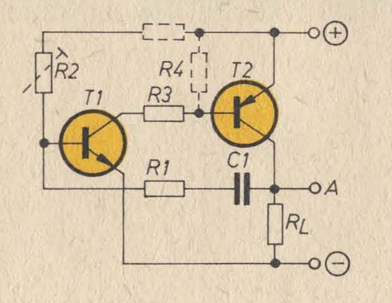
Bild 9
Mit diesem Zusatz (z. B. auf einer Lochrasterplatte montiert) steuert das Lauflicht zusammen mit Bild 10 eine Tonfolge

Bild 10
Bestückungsplan für die nach typofix-Blatt 2432 (rechtes unteres Teilbild) herstellbare Leiterplatte eines in der Frequenz steuerbaren Tongenerators

Bild 11
Transistor-Kombination A 910 D: a – Anschlußbelegung, b – Innenschaltung

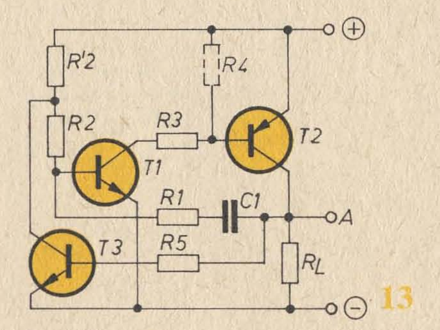


11



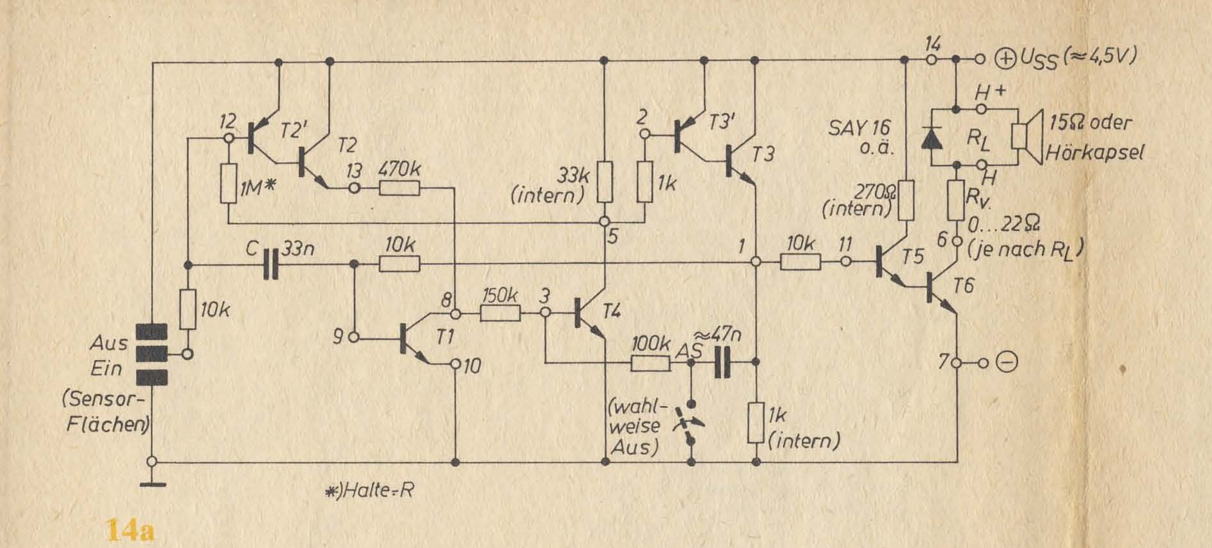
12

Bild 12
Üblicher Komplementär-Multivibrator (toleranzempfindlich)

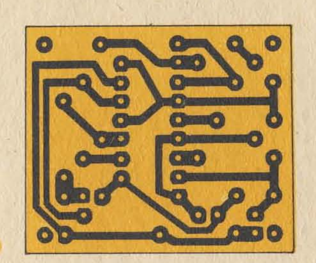


13

Bild 13
Toleranzunempfindlicher Multivibrator in Komplementärschaltung

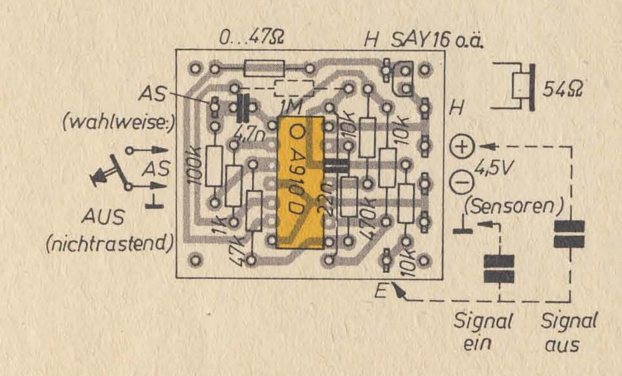


14a

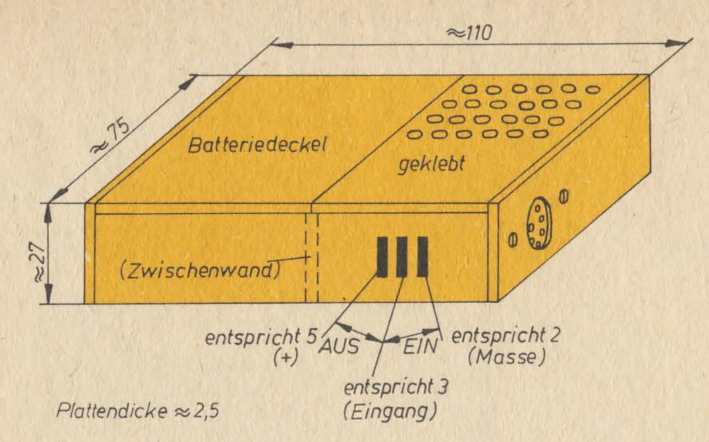


14b

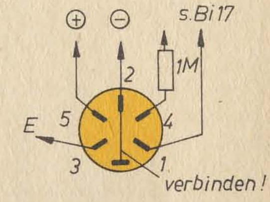
Bild 14
a – Ruhestromfreier Signalgenerator mit hochohmigem Start-Stopp-Eingang und Leistungsausgang (I_{max} ≈ 200 mA), Arbeitsbereich 2,8 bis 5,6 V (zur besseren Übersicht mit Innenschaltung dargestellt), b – Leiterbild zu a, c – Bestückungsplan



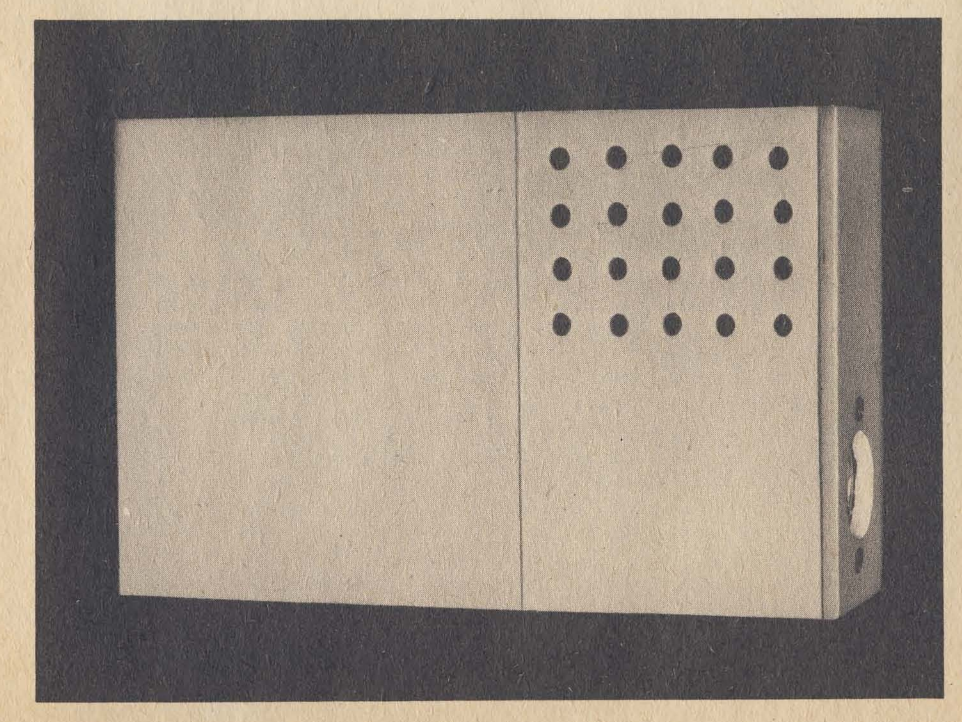
14c



15a



15b Diodenbuchse von innen

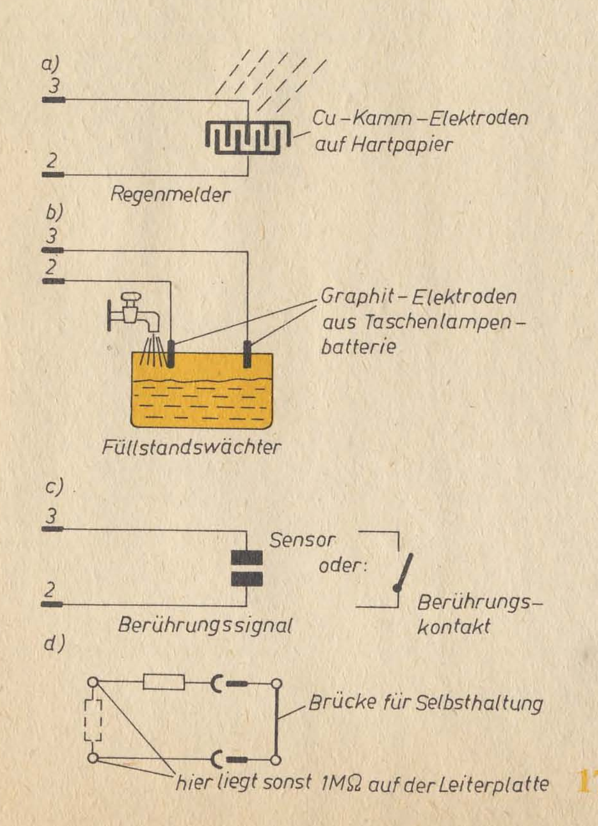


16a

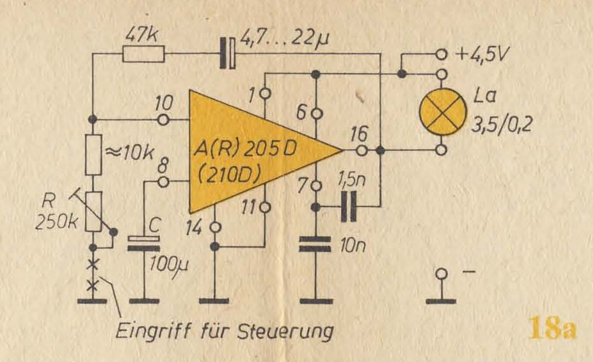
Bild 15
a – »Alarmbox« mit Generator nach Bild 14, b – Belegung der Eingangsbuchse für die in Bild 17 dargestellten Betriebsfälle

Bild 16
Mustergerät zu Bild 15; a – Außenansicht, b – Schaltungsfach geöffnet

Bild 17
Mögliche Einsatzfälle der Alarmbox



17



18a

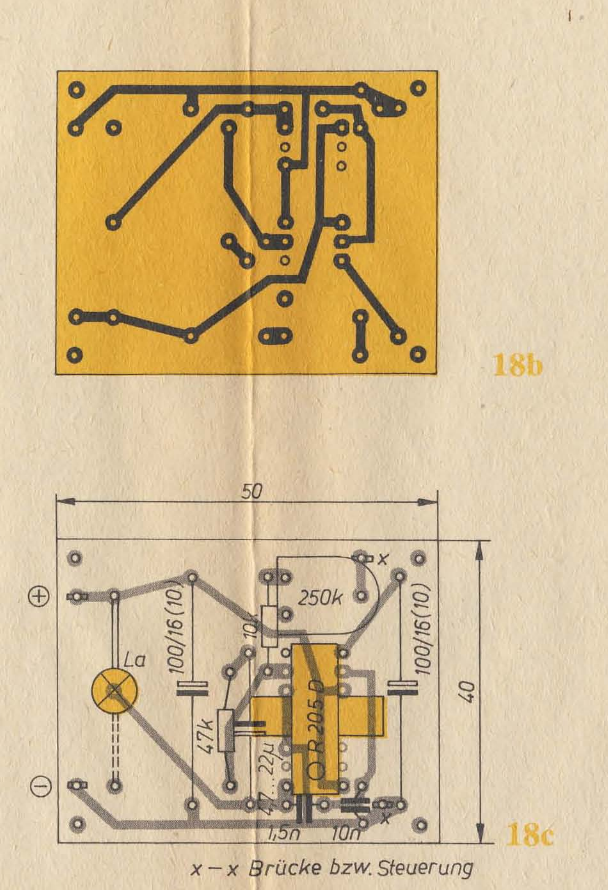
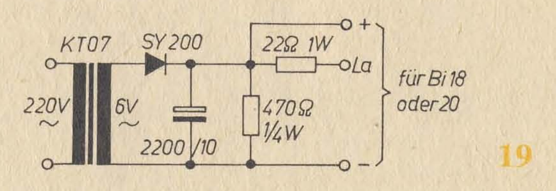
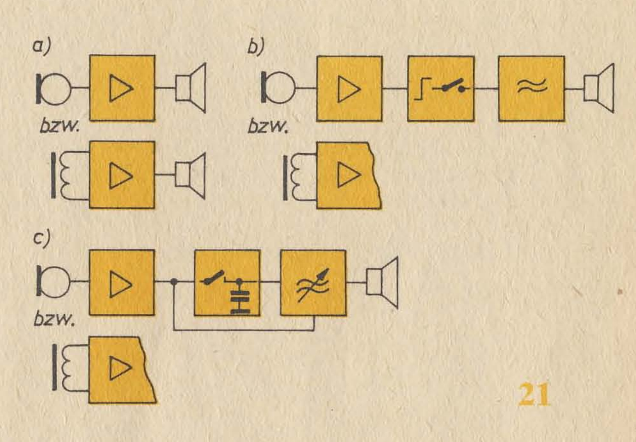


Bild 18
Blinkgenerator BGB2 mit A 210 D bzw. A 205 D, a – Stromlaufplan (Trennstelle zwischen R und Masse für Einsatz nach Bild 24), b – Leiterbild, c – Bestückungsplan



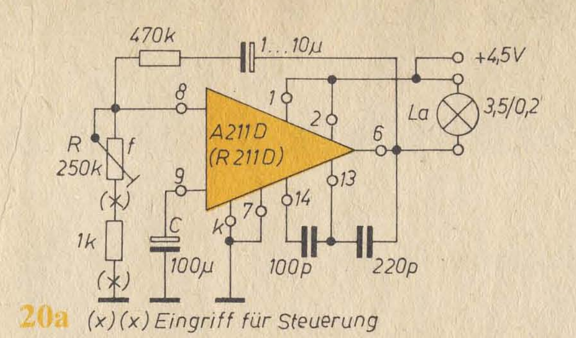
19

Bild 19
Einfaches Netzteil zu Bild 18 oder Bild 20

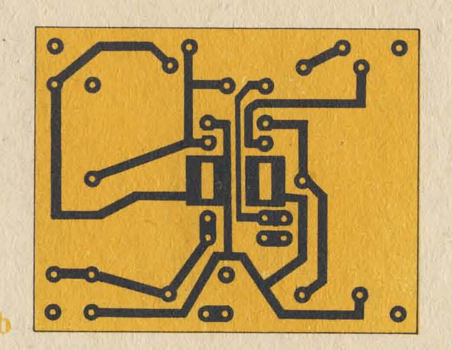


21

Bild 21
Möglichkeiten für die Umsetzung eines Telefonklingel-Signals

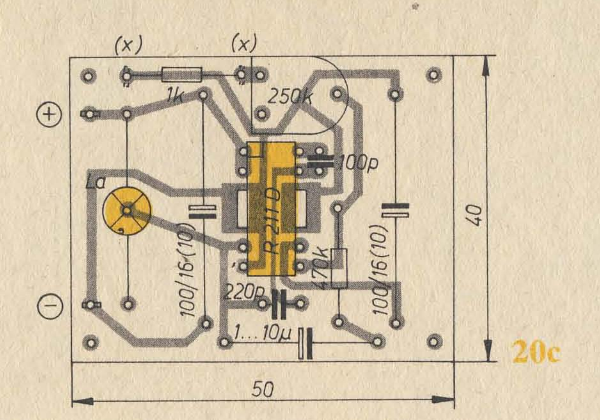


20a (x) (x) Eingriff für Steuerung



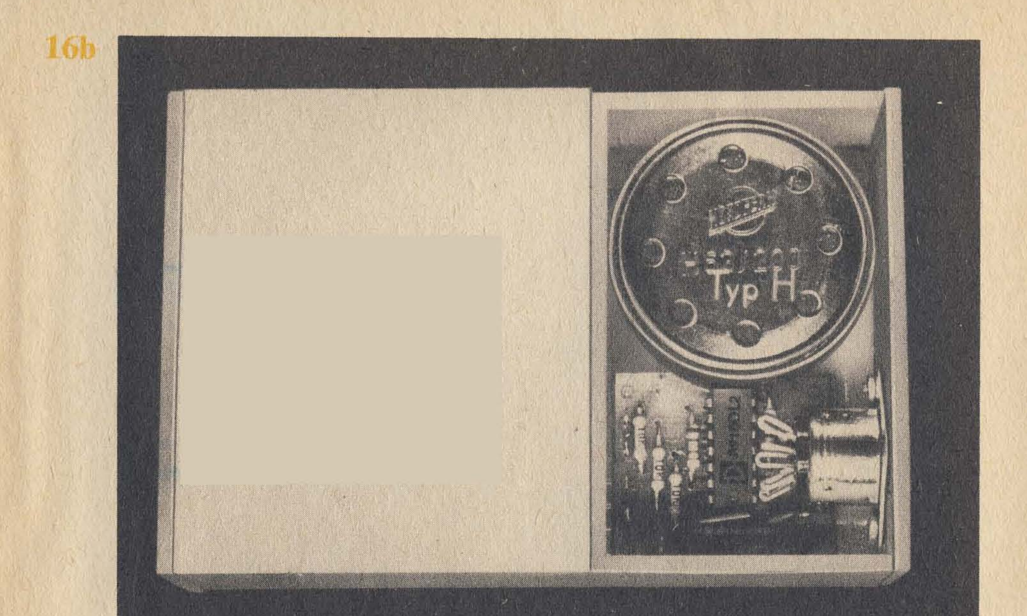
20b

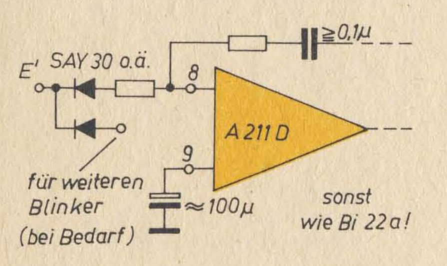
Bild 20
Blinkgenerator BGB1 mit A 211 D: a – Stromlaufplan (Trennstelle zwischen R und Masse für Einsatz nach Bild 24), b – Leiterbild, c – Bestückungsplan



20c

16b

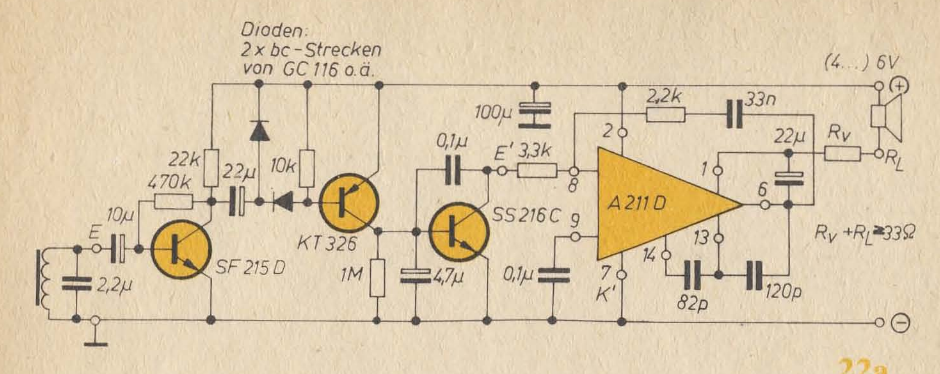




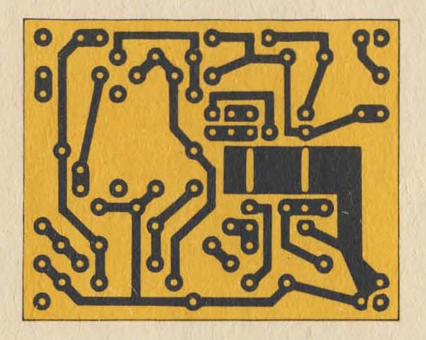
23

Bild 22
Ruhestromarme elektronische Telefon-Zweitklingel mit einer Art Sireneneffekt: a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestükkungsplan

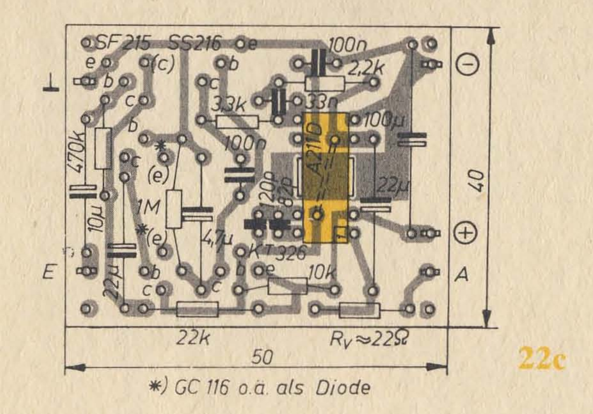
Bild 23
Mit dieser Änderung wird Bild 22 zum telefonsignalgesteuerten Blinker



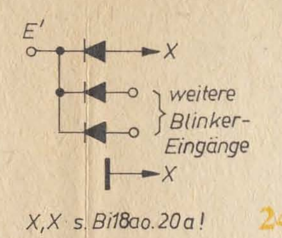
22a



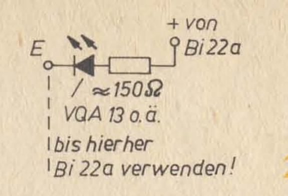
22b



22c



24



25

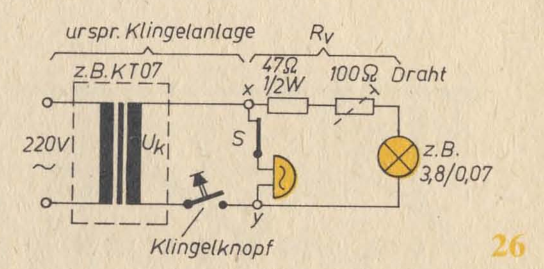
Bild 24
Ankoppeln von Blinkgeneratoren nach Bild 18 oder Bild 20 an den Fühlerteil von Bild 22 zur Signalisierung an verschiedenen Orten

Bild 25
Stromarme Leuchtdiodensignalisierung durch Einsatz nur eines Teils der Schaltung nach Bild 22

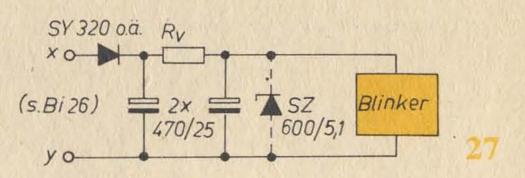
Bild 26
»Primitiv«-Lösung einer Wohnungsklingel-Sichtsignalisierung

Bild 27
Speisen eines beliebigen Blinkers aus der Klingelspannung

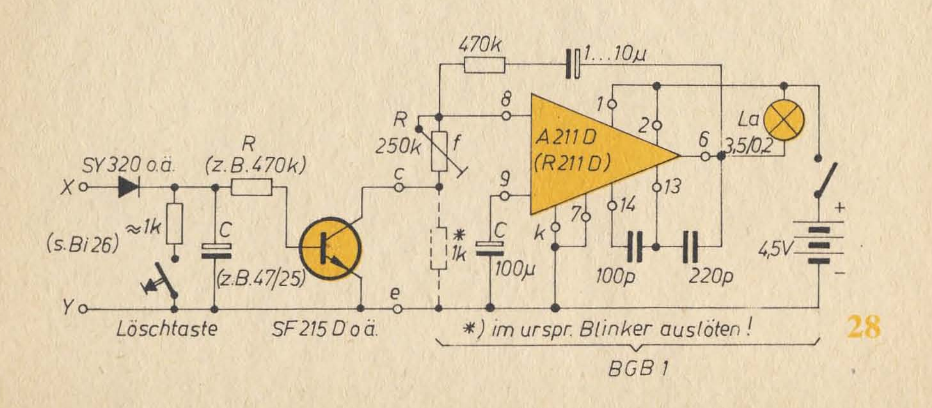
Bild 28
Optische Klingelsignalisierung durch Blinker mit Speichereffekt



26



27



28